ISSN 0022-4847

台灣農業研究

第六十卷　　第四期

研究報告

廠商進駐農業試驗所創新育成中心之加值評估
陳烈夫、楊舜臣、顏妙朱 239
木瓜成熟度影響瓜果實蠅 (Diptera: Tephritidae) 之感染
董耀仁、宋家瑋、莊益源、蔣國司、吳文哲、鄭玲蘭、陳健忠 253
野生稻 *Oryza officinalis* 基因導入系統褐飛蝨抗性的研究
李長沛、黃守宏、陳哲仁、曾東海、賴明信、古新梅 263
2003 至 2008 年臺灣育成水稻品種 (系) 對稻熱病抗性之探討
廖大經、陳隆澤 279
生長素與通氣處理對仙草組織培養苗增殖與生育之影響
羅淑卿、蔡新聲 293
以豐年蝦卵為代用食餌繁殖南方小黑花椿象
盧秋通、邱一中、徐孟愉、王清玲、林鳳琪 300
乾燥處理及超低溫保存對兩種原生種白花蝴蝶蘭種子活力之影響
相爾璇、蔡娟婷、謝廷芳、松本敏一、新野孝男 309
台灣龍眼果實性狀評估與分類
薛吉人、王婉伶、張哲瑋、蔡智賢 318

中華民國一〇〇年十二月
行政院農業委員會農業試驗所出版
中華民國　台灣　台中市

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 60(4):239–252 (2011)

廠商進駐農業試驗所創新育成中心之加值評估[1]

陳烈夫[2,3] 楊舜臣[2] 顏妙朱[2]

摘 要

陳烈夫、楊舜臣、顏妙朱。2011。廠商進駐農業試驗所創新育成中心之加值評估。台灣農業研究 60:239–252。

本研究是針對農業試驗所創新育成中心 10 家進駐廠商，透過個案深度訪談及 3 種問卷調查，以技術新創事業的團隊類型 (小規模獨立型與公司支援型) 的各項創業條件能力的增加與適切性，來探討育成中心對技術新創事業所產生的加值效果。結果顯示，兩種創業團隊類型廠商皆以取得技術資源、與中心之淵源及形象吸引力為主要進駐原因，但在硬體設備及人力支援需求上有明顯差異。進駐廠商於期初進駐階段之需求，主要為提供軟硬體服務、技術與資訊支援、市場分析及提供資金管道。進駐迄今一年多以來，廠商對於育成中心各項服務之滿意度，以提供試驗儀器設備及場地的滿意度最高。然而，進駐廠商對育成中心各項服務效果的評價，與中心專業經理人所認知的各項服務之作法，仍存在認知程度上的差異，經由分析得知，培育室空間及會議室、人才培訓課程、爭取政府各類補助款之資金管道、促成並整合上下游相關產業等 4 項是雙方認知較分歧的服務項目，故中心成員仍須不斷努力改進，以符合進駐廠商需求。未來育成中心將加強進駐廠商的公司管理技巧、協助取得資金支援、及以技術支援建立新一代產品。透過本加值研究，育成中心可掌握進駐廠商在不同發展階段之需求，以作為未來提供完整育成服務的重要參考。

關鍵詞：加值評估、創新育成中心、認知差異分析。

前 言

創新育成中心 (innovation and incubation center, IIC) 的概念可以說是一個新生企業的保溫箱，它可以提供企業從事適當的實驗及營運計畫，並提供相關技術與管理服務，甚至與創投業者相互結合提供資金等，幫助新生的企業能夠加速成長 (Lalkaka 2003; Chan & Lau 2005; Liu & Hsieh 2006; Chen 2009) 。就現今各國在育成機制的發展過程中，可能因國情、產業特性、實施機構及資助者的不同而有不同的發展形式，在整體上其對經濟發展的實質貢獻，則是受到各方一致的肯定 (Greenberg 1990; Schiller 1990; Colombo & Delmastro

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2605 號。接受日期：100 年 9 月 13 日。
2. 本所技術服務組助理研究員兼創新育成中心主任、副研究員兼創新育成中心執行秘書及聘用助理研究員兼創新育成中心專案經理。台灣 台中市。
3. 通訊作者，電子郵件：leevchan@tari.gov.tw；傳真機：(04)23325176。

2002; Hackett & Dilts 2004; Rothaermel & Thursby 2005a, b; Fukugawa 2006; Fini *et al.* 2009; Wen & Hsieh 2010)。如以曾獲美國育成協會優良進駐廠商-奧斯丁技術育成中心為案例，其研究指出進駐企業多處於創業階段，所以育成中心就會充分運用了當地大學與政府的合作、與營利企業相結盟，擴展企業在都市的資源和其他經濟利益，創造郊區及農村地區的就業機會。當育成中心培育的企業成熟之後，將會為社會大眾及利害關係人帶來更多的附加價值。創新育成中心的創始人認為若要成功，必定要為進駐廠商確實執行下列 5 項標的：(1) 明確建立衡量成功的準則。(2) 提供企業實務經驗的指導。(3) 為進駐的廠商發展傳送系統服務來實現利益。(4) 為進駐的廠商培育出適合的公司。(5) 確保進駐的廠商能夠獲得所需人才及資金的支援 (Wiggins & Gibson 2003)。而亦有學者檢視大學育成中心在支援形成新世代知識產業投資時所扮演的角色，認為各育成中心提供公司一系列與大學相關的優勢，其所建構的網絡，能提供新世代知識產業在解決創投資金管道不舒暢、缺乏管理與財務技能等困難時的一項關鍵性資源。而育成中心對於進駐廠商所提供的價值貢獻，包括提供對於以科技為主的創業精神之環境，對於進駐廠商的附加價值貢獻，以及育成中心產出衡量的方法等 (Mian 1996, 1997; Grimaldi & Grandi 2005; Bergek & Norrman 2008; Schwartz & Hornych 2008, 2010; Scillitoe & Chakrabarti 2010; Tsai & Tsai 2010)。

根據我國經濟部中小企業處對創新育成中心之定義，亦係以孕育新事業、新產品、新技術及協助中小企業升級轉型的場所，藉由提供進駐空間、儀器設備及研發技術、協尋資金、商務服務、行政管理、法務諮詢等有效地整合多項資源，降低創業及研發初期的成本與風險，創造優良的培育環境，提高事業成功的機會 (Small and Medium Enterprise Administration, Ministry of Economic Affairs 2010)。而國內許多產業亦相繼利用創新育成中心做為企業培育與技術支援平台，惟在農業領域則尚屬起步階段 (Chell & Allman 2003; Wu *et al.* 2009; Tsai & Tsai 2010)。自 2001 年「行政院農業委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法」及 2008 年「行政院農業委員會科技計畫產學合作實施要點」修正發布以來，研發成果落實於產業的應用已頗具成效，但為了加速產學研合作研發及農業科技商品化運用，農委會特別針對產業特色與發展需求，分別於其所屬機關水產試驗所、畜產試驗所及農業試驗所各成立一個不同產業特性之創新育成中心，藉此帶動整體農業產業之發展與升級 (Tsai 2000; Hung & Hsu 2007; Patton *et al.* 2009)。

農業試驗所是台灣歷史最悠久的農業研究機關，於 2009 年 12 月 18 日正式成立農業創新育成中心，其設置的主要目的是希望能夠有效整合研發資源，提供農業科技業者技術研發、推廣及經營管理所需跨領域輔導平台，藉由強化科技研發成果與產業創新之結合，提高農企業育成比率及經營效率。該中心為行政院農業委員會所屬機關唯一以農業為培育標的之育成中心，擁有豐富的培育資源如精密溫室、溫網室、試驗田、各式耕作機具與一般試驗及生物科技用精密儀器。期望藉由創新卓越之研究能量，提供優質與效率之培育服務，提高農企業競爭優勢以再創農業永續經營契機。該中心於規劃初期，即有「山芙蓉國際有限公司」(Shanfujung International Ltd.)、「地球村生態有限公司」(Global Ecosys. Ltd.)、「台灣國寶牛樟王科技有限公司」(Antroking Bio. Co., Ltd.) 、「昀保科技有限公司」(Winpower Biotech. Co., Ltd.)、「世華生物科技股份有限公司」 (Shih Hwa Biotech. Co., Ltd.)、「欣陽工程股份有限公司」(Sinyang Co., Ltd.)、「太元展農業科技

開發有限公司」(March Way Co., Ltd.) 等七家業者表達進駐意願，及於第二年 (2011 年) 亦有「欣梗科技有限公司」(Love Earth for Own Science Co., Ltd.)、「大湳農場」 (Danan Farm) 及「綠寶生物科技有限公司」 (Green Global State Biotech. Co., Ltd.) 等三家業者相繼加入，依照相關規範簽訂合作備忘錄，期藉由完善之研究資源、充沛之研發能量、優質之培育環境，在技術支援、媒合與經營輔導之整合培育平台上，突破現有技術研發與經營瓶頸，進一步開發新技術與新產品，提升產業競爭力 (Hsie & Liao 2002; Hung & Chang 2002; Liao & Tsai 2003; Lin & Chang 2005)。

創新育成中心進駐廠商的技術發展及其產品，依進駐歷程具有不同的生命週期 (life cycle)，其資源需求性質亦各有差異 (Liu & Hsieh 2006; Hung & Hsu 2007)。故此，中心是否能針對廠商需求提供適切的援助，對企業未來發展有重大的影響 (Mian 1996, 1997)。為瞭解進駐戶之培育服務需求為何，及不同類型進駐戶之服務需求是否有顯著差異，學者將國內進駐廠商進駐實況，以其與母組織之關係，將其劃分為三大類：(1) 無母組織支持之獨立新創型進駐戶；(2) 有母組織支持之高科技衍生型進駐戶；(3) 有母組織支持之傳統產業轉型戶。並據以驗證理論上之「新創事業之根源差異將導致其培育服務需求差異」之假設。經調查與資料處理，研究發現三型進駐戶在「技術與人才支援」服務類別及 7 項服務項目確有需求程度顯著差異，且有助於育成中心經理人更精確瞭解各型進駐戶之培育服務需求而提高其存活率 (Hung & Chang 2002)。又鑑於台灣的創新育成中心 15 年來有許多成果，也面臨到諸多內外在的困境與挑戰，而進入一關鍵的發展階段。創新育成概念的發源於美國，自 1960 年至今，已有 50 年的經驗，其創新育成機制與組織的樣貌，也因 50 年內外在環境因素的影響，而有所轉型與演進。學者經由文獻理論研究，建構出一個三層次目標的檢視架構，分析台灣 15 年創新育成發展歷程與現況挑戰，並輔以美國 5 階段之演進經數及特色個案探討，藉由其創新育成演進軌跡方向、發展模式，作為台灣下階段成長展望的參考。研究結果認為對台灣下一階段育成組織重塑，提出三軸面、三核心的參考架構，包括重新形塑組織的定位、價值與功能，最後並提出對政府政策，未來可朝區別式、差異化獎補助模式調整的建議 (Tsai & Tsai 2010)。

而在創新育成中心之服務品質指標方面，學者比較不同研究對象對服務品質質化指標重要性看法的差異，以及不同背景變項之研究對象對服務品質質化指標重要性看法的差異，並研擬創新育成中心提升服務品質之具體可行建議。結果發現科技大學創新育成中心人員的服務品質意識顯著高於進駐廠商的服務品質需求，而公立科技大學創新育成中心人員較私立科技大學更重視育成服務品質 (Lin & Chang 2005)。至於在服務人員與顧客的接觸過程中，會發生服務失誤的情形，造成顧客的負面反應，然而如果業者能夠透過服務補救來挽回失誤的情形，將有可能會使得消費者更滿意該企業。過去少有人從消費者角度探討服務失誤後補救與服務價值、滿意度之關係。研究結果發現 (1) 服務補救對服務價值；(2) 服務補救對抱怨處理後滿意度；(3) 服務補救對關係行銷；(4) 服務價值對關係行銷；(5) 抱怨處理後滿意度對服務價值；(6) 抱怨處理後滿意度對關係行銷；均有顯著的正向關係存在，推估可能是因為服務補救發生機率不大或效果不顯著之故，值得注意的是育成中心是否對企業有實質上的幫助 (Hsie & Liao 2002)。

本研究是以進駐農業試驗所創新育成中心的廠商為研究對象，著重在分析該中心對新創事業直接或間接提供給進駐廠商有那些幫助？

透過中心的專業經理人、輔導團隊和進駐廠商的研究，希望瞭解進駐廠商在創業期初及期末對中心的需求為何，兩者間是否有所不同？不同企業經營經驗的廠商在中心的輔導下是否有差異性的表現？中心與進駐廠商是否對中心服務有認知的差距？對進駐廠商的加值是透過何種途徑及其貢獻為何？同時，針對創新育成中心營運狀況進行調查，藉此探討並改進中心提供不同發展階段的完整育成服務。

材料與方法

本研究是根據農業試驗所創新育成中心進駐廠商的現況，從中以各項創業能力 (如團隊經營能力、技術、資金、市場) 的增加與適切性進行探討，以找出中心對技術創業的加值效能。經營團隊分為兩種類型，參考並依據中小企業認定標準，所稱小規模企業係指中小企業中，經常僱用員工數未滿 5 人之事業。本文概以該標準之公司人力劃分，未滿五人以下者為小規模獨立型 (small independent firm) 及五人以上者歸屬為公司支援型 (company supported firm) (表 1)。公司支援型之技術新創事業有較佳的團隊成員結構，而小規模獨立型創業團隊較缺乏整體的均衡性。透過三位專案經理人的訪談 10 家廠商及組成 10 個輔導小組中之成員約 57 人的三種問卷調查：

創新育成中心之培育能量與服務問卷調查

藉由瞭解廠商進駐創新育成中心之動機，將有助於釐清創業廠商在進駐前欠缺的資源，以及期待中心的協助與需求。此調查係由專案經理人作個案深度訪談中心所提供整體的服務項目，包括與中心是否有地緣、淵源及形象關聯、空間與設備、技術支援、行政支援、資訊支援、商務支援、人力支援、付費成本考量與創業知識 (業界開發產業技術計畫) 等，是否符合廠商進駐的需求 (附件 1) 。

創新育成中心之期初需求與認知程度問卷調查

由於創新育成中心的概念在農業領域中尚屬起步階段，廠商對此認知有限而無法深入瞭解中心的營運程序及狀況，而輔導小組在其他跨領域研究方面亦缺乏相關的經驗，故在期初需求及雙方認知自有其缺失的一面，故進行此調查 (附件 2)。

創新育成中心 2011 年進駐輔導活動需求與滿意度問卷調查

新創企業到了後期的市場發展階段時，大部分都會遭遇到與期初不同的問題，因廠商的技術發展及其產品，會依公司的成長歷程而有不同的生命週期，其相對的資源需求性質亦會因發展階段而有所不同，故調查進駐廠商對中心各項輔導活動之需求及服務滿意度 (附件 3)。藉由上述三種問卷調查，並進行統計分析。廠商選擇進駐的主要理由在於利用中心所提供的必要支援，以建構廠商的核心能力。進駐廠商對於某些服務項目，主要是依賴自我加值的能力來改善其創業條件 (Chang 1999)。然而，進駐廠商對中心各項服務效果的評價時，與中心專業經理人所認知的各項服務之作法可能不盡相同，因此有必要就雙方對各項服務項目的認知程度 (cognitive effect) 進行交叉比對，以釐清雙方不同的需求及期望，期能充分掌握創新育成中心創業條件的加值幅度 (value-added range) 。

三種問卷調查共發出 70 份，回收 57 份，回收率達 81.4%。而需加以說明的是，第三份問卷係廠商進駐育成中心屆滿 1 年之進駐輔導活動需求與滿意度問卷調查，目的是針對進駐廠商之加值效果及進駐廠商之需求和滿意度進行瞭解，原資料在分析時已刪除第 2011 年進駐廠商的第 3 個滿意度問卷調查的 3 家進駐廠商部分資料，僅以 7 家進駐廠商進行資料分析，而其中 5 家進駐廠商已屆滿 1 年，2 家亦達 10

表 1. 農業試驗所創新育成中心進駐廠商之基本資料

Table 1. Basic information of business firms at the Innovation and Incubation Center (IIC) of Taiwan Agricultural Research Institute

Name of business firms	Date established (year-month-date)	Capital in NT $ (x1000)	No. of personnel	Date entered (year-month-date)
Shanfujung International Ltd.	2005.10.14	1,000	4	2010.05.17
Global Ecosys. Ltd.	2004.04.02	2,000	4	2010.05.17
Antroking Bio. Co., Ltd.	2007.05.07	10,000	3	2010.07.16
Winpower Biotech. Co., Ltd.	2005.05.23	5,000	7	2010.07.16
Shih Hwa Biotech. Co., Ltd.	2004.02.01	57,000	38	2010.07.16
Sinyang Co., Ltd.	1991.08.10	32,000	13	2010.08.18
March Way Co., Ltd.	1984.03.28	5,000	8	2010.09.21
Love Earth for Own Science Co., Ltd.	2010.10.01	4,000	3	2011.05.30
Danan Farm	1981.01.01	7,014	36	2011.05.17
Green Global State Biotech. Co., Ltd.	2007.06.06	6,000	12	2011.06.18

個月以上，其資料應仍可作為參考。實質上本研究仍因受限於樣本數目及大部分來自於中心輔導小組成員，故只能以個案研究的觀點看待而無法產生概括性的結論，及因採廠商以自我評鑑的方式來表達其創業的過程及各項能力高低，因此廠商對自我能力的認定和對中心提供服務期望上的差距，有存在著偏向主觀性的危險。

結　果

廠商進駐創新育成中心之動機

為瞭解廠商進駐創新育成中心之動機，以釐清創業廠商在進駐前欠缺的資源，以及期待中心的協助與需求，藉由專案經理人作個案深度訪談中心所提供整體的服務項目是否符合廠商進駐的需求，依「創新育成中心之培育能量與服務問卷調查」的回收結果進行統計，並整理如表 2。10 家廠商中有八至九家普遍認同技術資源、中心與業者之淵源和形象關聯三項因素是主要的進駐原因；在資訊支援、與中心之地緣關聯、行政支援、付費成本考量、商務諮詢 (財務及法律) 與創業知識 (業界開發產業技術計畫) 上，有五至七家進駐廠商是較為認同的項目；其他在空間與設備 (硬體設施) 及人力支援，則只有三至四家廠商論述。進駐中心之小規模獨立型廠商以與中心之淵源關聯、空間與設備 (硬體設施) 及付費成本考量三項為主要動機，而公司支援型廠商進駐動機則以技術資源為主，就兩種類型經營團隊規模型態上的考量，應符合其各自的需求。若以經營能力背景分析進駐動機，兩者以空間與設備 (硬體設施) 及人力支援兩項較有明顯差異，差異比率範圍在 1.00-0.50 間，顯示公司規模大小仍有其各自絕對需求的考量 (表 2)。但在此必須特別強調的是，所論述進駐動機之項目，僅能代表廠商進駐前對中心可用資源之印象，並不完全代表中心對該項服務之貢獻何者較具有價值。

廠商進駐創新育成中心之期初需求

為瞭解進駐廠商期初需求，根據「創新育成中心的期初需求與認知程度問卷調查」的回收結果進行統計，並整理如表 3。而本案之滿意度調查採取較為嚴謹的標準與態度，將「尚可」項歸類為「不滿意」及「極不滿意」項下，以突顯出中心重視進駐廠商的確實服務需求。結果顯示，中心提供進駐空間與設備 (硬體設

表 2. 農業試驗所創新育成中心進駐廠商期初洽談之動機分析

Table 2. Analysis of motivation of business firms for entering Innovation and Incubation Center (IIC) of TARI

Motivation for entering IIC [z]	Small Independent Firm (SIF) A [y]	B	C	H	Company Supported Firm (CSF) D	E	F	G	I	J	No. SIF/ No. CSF	SIF/CSF ratio
Association with the IIC												
Original relationship	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	4/4	1.00/0.67
Geographic relationship	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	2/4	0.50/0.67
Image attractiveness	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	3/5	0.75/0.83
Space and facilities	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4/0	1.00/0.00
Technical support	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	3/6	0.75/1.00
Administrative support	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	3/3	0.75/0.50
Information support	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	3/4	0.75/0.67
Business support	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	3/2	0.75/0.33
Manpower support	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0/3	0.00/0.50
Cost considerations	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	4/2	1.00/0.33
Business knowledge (Industrial technology)	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	2/3	0.50/0.50

[z] Information was collected at the beginning of negotiation.
[y] A, Shanfujung International Ltd.; B, Global Ecosys. Ltd.; C, Antroking Bio. Co., Ltd.; D, Winpower Biotech. Co., Ltd.; E, Shih Hwa Biotech. Co., Ltd.; F, Sinyang Co., Ltd.; G, March Way Co., Ltd.; H, Love Earth for Own Science Co., Ltd.; I, Danan Farm; J, Green Global State Biotech. Co., Ltd.

表 3. 農業試驗所創新育成中心進駐廠商期初需求之調查分析

Table 3. Analysis of the needs of business firms at the initial stage of entering into Innovation and Incubation Center (IIC) of TARI

Services [z]	Proportion (%) Very important	Important	Ordinary	Less important	Unimportant
Space and facility	1.8	45.6	35.0	15.8	1.8
Cost consideration	0.0	38.6	35.0	22.9	3.5
Technical support	24.6	56.1	15.8	3.5	0.0
Administrative support	3.5	52.6	29.8	12.3	1.8
Information support	26.3	56.1	14.1	3.5	0.0
Business support	5.3	56.1	28.0	10.6	0.0
Manpower support	0.0	38.6	45.6	12.3	3.5
Industrial-academic collaboration project	3.5	45.6	33.3	15.8	1.8
Business knowledge (Industrial technology)	5.3	38.6	36.8	17.5	1.8
Source of funding	3.5	45.6	45.6	5.3	0.0
Market analysis & creativity brands	12.3	52.6	29.8	5.3	0.0

[z] The survey was conducted at one year after entering the IIC at TARI.

施) 服務，有高達 82.4%的受訪者認為中心提供之硬體設施服務對於進駐具有吸引力，僅有 17.6%認為不太重要及不重要。在進駐中心需支付租金，是否會影響其進駐意願之問項中，有 73.6%的受訪者認為有影響，而有 26.4%的受訪者認為不太重要及不重要，顯示支付費用仍是進駐門檻之主要因素，但對某些進駐廠商而言，付費成本的考量並不是那麼重視。中心

提供技術與資訊支援服務，對於廠商進駐意願之問項，兩者各有高達 96.5%的受訪者認為中心提供該兩項服務對於進駐具有相當大之吸引力，此服務對進駐廠商的考量非常重要，可藉以建立新一代產品，且與其進駐的原本動機相對一致。中心提供行政、商務及人力支援等服務，對於廠商進駐意願之問項，三項平均有 86.5%的受訪者認為重要，顯示中心提供之服務對於進駐亦具有相當之吸引力，但某些廠商在人力支援方面則表現出足以維持現行公司正常運作即可的態度，亦即就現有人力可自行適當調配，並不會妨礙現行的相關作業。在對於行政院農業委員會農業科技產學合作計畫的瞭解程度問項，高達 82.4%的受訪者認為重要，僅有 15.8%及 1.8%的受訪者認為不太重要及不重要，顯示與農業試驗研究機構進行合作研發仍有其存在之必要性，且普遍能接受以進駐輔導成立公司並進行產學合作研發模式。在創業知識 (業界開發產業技術計畫) 上，是否需要協助與農業試驗研究機構進行相關企業管理之問項，有 80.7%的受訪者認為重要，僅有 17.5%及 1.8%的受訪者認為不太重要及不重要，顯示農業試驗研究機構在創業知識上仍需整合出一套創業管理模式，故仍有其存在之必要性。中心協助提供資金管道方面，其進駐中心意願之問項，有高達 94.7%的受訪者有高度意願，僅 5.3%的受訪者無意願，顯示協助建立資金管道為進駐中心之主要需求。在進駐中心將協助建立自有品牌及市場分析，藉此提升經營管理能力，其進駐中心意願之問項，亦有高達 94.7%的受訪者有高度意願，僅 5.3%的受訪者無意願，顯示公司對未來的營運有其願景，故協助建立自有品牌、市場分析之需求甚為明顯。

廠商進駐創新育成中心之滿意度調查

由於廠商的技術發展及其產品會依公司的成長歷程而有不同的生命週期，其相對的資源需求性質亦會因發展階段而有所不同，根據「創新育成中心 2011 年進駐輔導活動需求與滿意度問卷調查」的回收結果，經統計並整理如表 4 所示。結果發現，受訪者對於中心提供之空間、硬體設施及訓練場地之服務意見，以提供儀器設備及試驗場地的滿意度最高，非常滿意及滿意總計各佔 85.9%及 77.1%，顯示進駐廠商對於農業試驗所既有的共用設備及貴重儀器之需求極高，可降低其研發設備的投資；而培育室空間大小及會議室亦各佔 56.1%及 49.1%，顯示中心提供之空間與設備服務對於進駐廠商具有潛在的吸引力，但仍有部分程度的不滿意。受訪者對於中心提供之軟體服務如資訊、諮詢、創業知識 (業界開發產業技術計畫) 及培訓課程類等服務之意見，則以提供營運計畫書撰寫指導、經營管理知識及協助產學合作計畫之研提的滿意度最高，非常滿意及滿意程度加總各佔 61.4%、57.9%及 56.1%；而協助技術交易及商品發表會之舉辦、人才培育課程、法律諮詢、產業政策與法規資訊佔 28.1–43.8%間，顯示中心提供之服務對於協助進駐廠商提升經營管理能力為主要需求，但中心輔導能量尚有提升的空間，而中心舉辦相關之專題演講及課程其滿意度亦有待加強。受訪者對於中心提供之資金管道等服務之意見，以協助成本分析受到較多之肯定，但滿意度僅達 56.1%；而爭取政府各類補助款、提供資金籌措管道及協助資產管理之三項服務的滿意度亦只達 36.8–45.6%左右，顯示中心提供之服務對於協助進駐廠商提供資金的管道與資源仍感不足。受訪者對於中心提供之市場分析等服務之意見方面，以協助顧客需求分析及協助建立品牌之兩項服務較為滿意，各佔 43.8%及 40.4%；而協助產業分析、協助價格分析、協助行銷分析、促成並整合上下游相關產業之四項服務則次之，達 29.8–35.1%左右，顯示整合上下游相關產業對於廠商進駐育成中心仍具有相當程度之吸引力及改善空間。

表 **4.** 農業試驗所創新育成中心進駐廠商之服務滿意度調查分析

Table 4. Analysis of satisfaction in services to the business firms provided at the Innovation and Incubation Center (IIC) of TARI

Services [z]	Proportion (%)				
	Very satisfied	Satisfied	Can be improved	Dissatisfied	Very dissatisfied
Space and facility					
Space of incubation room	3.5	52.6	29.8	14.1	0.0
Experimental instrument	29.8	56.1	10.6	3.5	0.0
Experimental field	21.0	56.1	19.4	3.5	0.0
Conference room	3.5	45.6	42.1	8.8	0.0
Software services					
Knowledge management	1.8	56.1	36.8	5.3	0.0
Consultation on legal issues	0.0	31.6	52.6	15.8	0.0
Information of industry policy and law	0.0	28.1	56.1	15.8	0.0
Personnel training courses	0.0	38.6	52.6	8.8	0.0
Written guide for industry-academic collaboration project	1.8	54.3	33.3	10.6	0.0
Written guide for business plan	0.0	61.4	31.6	7.0	0.0
Technical service on trading or trading show	0.0	43.8	42.1	14.1	0.0
Source of funding					
Government grants	0.0	36.8	57.9	5.3	0.0
Financing institutes	0.0	45.6	45.6	8.8	0.0
Cost analysis	0.0	56.1	35.1	8.8	0.0
Asset management	0.0	45.6	36.8	17.6	0.0
Market analysis					
Industry analysis	0.0	31.6	59.6	8.8	0.0
Price analysis	0.0	33.3	56.1	10.6	0.0
Analysis of customer needs	0.0	43.8	50.9	5.3	0.0
Marketing analysis	0.0	29.8	63.2	7.0	0.0
Creativity brands	0.0	40.4	52.6	7.0	0.0
Promotion and integration of up-stream and down-stream industries	0.0	35.1	52.6	12.3	0.0

[z] The survey was conducted at one year after entering the IIC at TARI.

對創新育成中心認知程度差異及創業條件加值幅度

透過深度訪談及服務滿意度問卷調查發現，進駐廠商對中心各項服務效果的評價 (表 4)，與中心專業經理人所認知的各項服務之作法 (整理自專案經理人及輔導小組成員之意見) 不盡相同，雙方認知程度之差異分析結果，歸納如圖 1 所示，橫軸代表育成中心對服務效果的認知程度，縱軸代表進駐廠商對服務效果的認知程度，將育成中心所有服務項目依照雙方認知差異區分為 4 個象限群體。由圖 1 顯示，歸於第 1 象限群體內為雙方對服務良好認知一致之服務項目，佔所有項目之半數以上，這些服務項目多屬於「共享服務」，如提供試驗設施及經營管理知識、指導產學合作及營運計畫書撰寫、支援技術交易及商品發表會、成本分析、提供資金籌措管道、協助資產管理、顧客需求分析及協助建立品牌。而第 3 象限群體的服務項目則是雙方均認同為不易加值的項目，如法律諮詢、產業政策及法規資訊提供、以及廠商專屬的產業、價格和行銷分析等方面之協助，這些服務項目必須實務操作而不易透過一

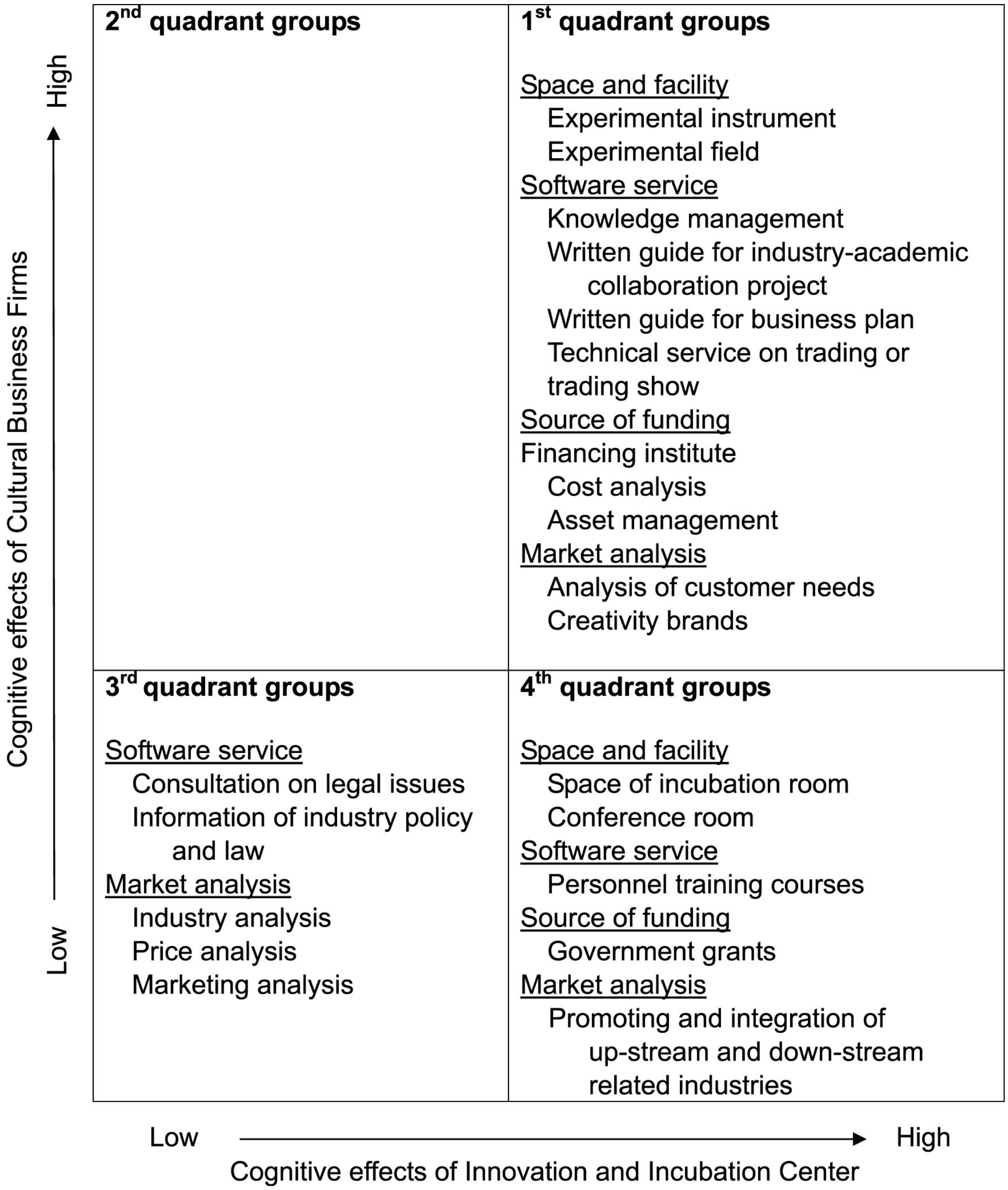

圖 1. 進駐廠商與中心成員對農業試驗所創新育成中心之服務認知程度之差異分析。

Fig. 1. Analysis of cognitive effects between cultural business firms and IIC's members for the services provided at the Innovation and Incubation Center (IIC) of TARI.

般課程教導，卻影響新產品開發後的市場行銷發展，未來更應加強，才能充分滿足客戶的需求。至於雙方認知程度頗有差異之服務項目則歸於第 4 象限群體，主要在培育室空間及會議室、人才培訓課程、爭取政府各類補助款之資金管道、促成並整合上下游相關產業等 4 項，中心成員認為已提供相當高的服務能量，但進駐廠商卻不甚滿意。

討　論

創新育成中心已被國際視為永續性企業發展系統中的重要一環，藉由創新與創業機制的執行平台，營造一個有利知識創新環境，可以有效培育新創企業，同時也製造較多的就業機會，增強國家的經濟活力，藉此提昇國家的競爭力 (Lalkaka 2003; Colombo & Delmastro 2002)。育成中心向來是對中小企業扮演著舉足輕重的地位，且近年來由於經濟自由化潮流及產業全球化的趨勢，再加上知識經濟時代的來臨及資訊科技大幅的進展，世界上許多國家均透過創新研發或創業活動，藉以提昇企業生產力與強化產業競爭力，維持相對的競爭優勢 (Greenberg 1990)。故此，農業試驗所創新育成中心對於資源的配置情況及如何有效運用中心資源，便成為成功關鍵的要素，況且，各項服務必須要符合新事業經營之需求，才能協助新事業建立競爭優勢 (Chang 2000)。依據調查結果顯示，受訪者對於進駐農業創新育成中心所提供之設備、空間、服務與協助等，吸引其進駐之意願，惟對於支付租金、技轉費用，將影響其進駐意願。此或可歸因於中心考量相關設施使用者付費的公平原則，除須依培育室給付不同額度之租金外，亦於 2011 年 3 月訂定「行政院農業委員會農業試驗所場地租用管理規定」，明訂相關設施租借用對象，內含規範創新育成中心之進駐廠商租借用相關設施 (如會議室) 須另行收費。此結果可提供規劃創新育成中心時，對於實體進駐收費之考量，並提供虛擬 (微型) 進駐之另一管道。同時，受訪者對於提供之服務方面，以爭取政府各類補助款、協助資金籌措、行銷通路、品牌建立、及人才培訓等最為重要，此結果將可提供農業創新育成中心未來加重輔導之項目參考。整體上，進駐廠商對農業試驗所創新育成中心的各項服務，以提供試驗儀器設備及場地的滿意度最高，顯示農業試驗所充沛的共用設備及貴重儀器能充分滿足進駐廠商之需求，可降低其研發設備的投資；而軟體方面，進駐廠商則以提供營運計畫書撰寫指導為主要需求，也對農業科技產學合作計畫的瞭解程度加深，欲透過申請各項的補助管道，提升其經營管理能力，對此，農委會輔導處已委託「宇智顧問股份有限公司」進行專案輔導計畫，對後續進駐廠商的營運管理作通盤檢討及提供方向與建言。

新創企業到了後期的市場發展階段時大都會遭遇到與期初不同的問題，因廠商的技術發展及其產品，會依公司的成長歷程而有不同的生命週期，其相對的資源需求性質亦會因發展階段而有所不同 (Hsu 2001; Wang & Liu 2006)。在團隊經營能力方面，由於公司人員的增加，內部組織建構的問題，與企業草創時期並不相同，始創期大都會以人治的方式來處理，而後期公司上了軌道後，則必須建置一套完整的公司制度，並且能夠塑造公司文化形象，而這些技巧與能力通常是團隊經營能力較為缺乏，需要加強公司組織管理的技巧。同時，為了配合新產品上市而進入製造與行銷階段時，公司會有資金的需求。因此這個階段最主要的需求是導入外來資金並取得資金提供者其他的資助，使公司更進一步順利成長。現行的金融制度對於新創事業融資有相當程度的不足，因此新創事業不太容易向融資機構借貸足夠的資金。至於如何做好財務規劃並吸引外來投資者，對一些不甚熟悉財務的技術創業者是

一項難題，故在財務的取得需求上，首要是財務資金上的支援。另外，在第一代產品開發完成後，公司則必須要及早準備新一代的產品或技術，以延續公司的產品競爭力與獲利來源，如何開發新一代產品與技術更是此階段的重要課題 (Lee *et al*. 2008)。雖然中心在這三項服務上確實做了很多的努力，如提供許多管道與資源，但是由於這些服務大都與個別廠商所處產業的特定需求 (人才培訓課程及爭取政府補助款資金管道) 或個別廠商內部組織協調性與目標有關 (促成並整合上下游相關產業)，故無法即時獲得有效的提供協助，亦即在時效性方面有待加強，這方面或許牽涉到中心的協調能量不足而應更加受到重視。未來行政院農業委員會成立「農業科技研究院」，強化與工業技術研究院等公司部門之異業合作，整合產業發展輔導、新創事業協助、產業研究及政策智庫等支援力量，發展整合型育成中心 (Supra Incubator Center, SIC) 之功能，整體上對經營管理、法務、財務、人培、行銷及全球營運布局等領域之輔導能量將有所提升。

創新育成中心是一個提供個別農民或農企業孕育新產品、新事業、新技術以及企業轉型升級的場所，目的在為新創農企業創造一個良好的培育環境，其本身就是扮演著服務及支援的角色。本所育成中心整合農委會所屬試驗研究單位之研究資源，並與學術研究單位進行策略聯盟，營造產、官、學、研之群聚效應，以進駐或諮詢方式提供優質之綜合營運與人才培育環境，及高科技農業所需的技術、產程、商品化方法等資源，協助業者以高品質之產品開拓國際市場，加速農業產業升級，厚植台灣農企業永續發展之契機，其推動理念亦從創意、創新到創業不同發展階段提供完整的育成服務 (Tsai *et al*. 2009)。依據本次調查結果，受訪者普遍能接受創新育成之模式，農業創新育成中心培育之對象將更具多樣性。而廠商選擇進駐其主要的理由在於利用中心所提供的必要支援，以建構廠商的核心能力，符合經濟的效益，更可藉由商談互動媒合更多未來的合作機會與空間。至於如何輔導現有農企業轉型，提高競爭力使其永續經營以及如何促使農業企業化，則可透過創新育成中心之建置，提供出租空間、軟硬體設備、專家輔導、專業諮詢等服務，透過創業育成、產學合作、技術移轉之整合模式，協助企業成長，注入創新活力，加速推動農業研發成果商品化與產業化。

農業試驗所創新育成中心自成立一年多以來，積極提供進駐廠商各項優質資源，藉此雙方對中心服務效果認知程度之差異分析，當可充分掌握在廠商進駐期間未來仍待加強努力之方向，以滿足新事業經營之需求，協助新事業建立競爭優勢。故此，創新育成中心基本上有責任去設計並滿足各進駐廠商的要求，而行政與管理支援則視為是最低要求。這些服務至少包括如提供實驗室、生產及辦公場所、電話及電腦網路、多媒體會議空間、必要的生產或檢驗器材。而額外可提供的服務，如解決進駐廠商創業所需的市場、營運、創業、法律、財務、品管等問題諮詢或提供教育訓練等。至於資源共享部分可降低廠商的成本，如共享影印、傳真、服務櫃台、電腦網路、會議室、專業諮詢等，但保障機密為基本要求。中心的成功實有賴於整合性的套裝服務 (integrated package)，各階段各種管理能力愈多愈廣將會較好，而不強調單一管理的重要性 (Mian 1996; Chang 1999)。本研究由於深度訪談需花費的時間較長，因此採樣人數非常有限，在信度及效度上可能有所不及，但因採用開放式問題，限制性較少，且實際與受訪者接觸，因此較易獲得深刻的答覆及看法。至於中心實體空間的有限，為擴大育成中心育成能量，後續宜規劃推動「虛擬育成中心」，並針對「虛擬育成」之運作機制進行相關研究。

誌 謝

本研究承行政院農業委員會科技計畫經費支援 (99 農科-5.4.1-農-C1 與 100 農科-5.4.1-農-C1)，並承本所研究員兼副所長呂秀英博士提供資料分析意見及技術服務組組長方尚仁博士提供資源及技術協助，謹此一併誌謝。

引用文獻 (Literature cited)

Bergek, A. and C. Norrman. 2008. Incubator best practice: a framework. Technovation 28:20–28.

Chan, K. F. and T. Lau. 2005. Assessing technology incubator programs in the science park: the good, the bad and the ugly. Technovation 25:1215–1228.

Chang, T. H. 1999. Study of Added Value of Incubator to NTBF. Master Thesis, Graduate Institute of Technology and Innovation Management, National Chengchi University. Taipei, Taiwan. 209 pp. (in Chinese with English abstract)

Chang, W. L. 2000. The Exploratory Research on the Cognition Difference between Incubator's Project Managers and Research & Development of Science & Technology Tenant Client's Managers. Master Thesis. Institute of Business & Management, National Chiao Tung University. Hsinchu, Taiwan. 133 pp. (in Chinese with English abstract)

Chell, E. and K. Allman. 2003. Mapping the motivations and intentions of technology orientated entrepreneurs. Res. Develop. Manage. 33:117–134.

Chen, C. J. 2009. Technology commercialization, incubator and venture capital, and new venture performance. J. Business Res. 62:93–103.

Colombo, M. G. and M. Delmastro. 2002. How effective are technology incubators? Evidence from Italy. Res. Policy. 31:1103–1122.

Fini, R., R. Grimaldi, and M. Sobrero. 2009. Factors fostering academics to start up new ventures: an assessment of Italian founders' incentives. J. Technol. Trans. 34:380–402.

Fukugawa, N. 2006. Science parks in Japan and their value-added contributions to new technology-based firms. Inter. J. Indu. Organ. 24:381–400.

Greenberg, J. 1990. Organizational justice: yesterday, today, and tomorrow. J. Manage. 16:399–432.

Grimaldi, R. and A. Grandi. 2005. Business incubators and new venture creation: an assessment of incubating models. Technovation 25:111–121.

Hackett, S. M. and D. M. Dilts. 2004. A systematic review of business incubation research. J. Technol. Trans. 29:55–82.

Hsie, T. M. and S. K. Liao. 2002. An investigation of the relationship between service recovery, service value, customer satisfaction, and relationship marketing. J. Nat. Taipei Univ. Technol. 35: 187–207. (in Chinese with English abstract)

Hsu, H. J. 2001. A Study on the Relationship among the Incubator's Nurturing Service, Tenant Characteristic and Nurturing Performance. Master Thesis, College of Management, Chang Jung Christian University. Tainan City, Taiwan. 122 pp. (in Chinese with English abstract)

Hung, C. T. and W. L. Chang. 2002. A study on the nurturing services demand among the type of incubator tenants - the tenants' point of view. Chung Hua J. Manage. 3:17–29. (in Chinese with English abstract)

Hung, C. T. and C. C. Hsu. 2007. An empirical study on the verification and improvement of performance model for incubators in Taiwan. J. Entrep. Res. 2:111–141. (in Chinese with English abstract)

Lalkaka, R. 2003. Business incubators in developing countries: characteristics and performance. Int. J. Entrep. Inno. Manage. 3:31–55.

Lee, T. R., P. Y. Lin, and T. L. Lai. 2008. Using grey theory to analyze how to increase the benefits in innovation incubator by providing the functions of the support center website. J. Entrep. Res. 3:143–60. (in Chinese with English abstract)

Liao, S. K. and M. Tsai. 2003. Assessing the effects of service quality, service value, customer satisfaction, and loyalty in service environments. J. Nat. Taipei Univ. Technol. 36:139–150. (in Chinese with English abstract)

Lin, Y. S. and C. C. Chang. 2005. A study of constructing the service quality indicators of incubator in the university of technology. J. Nat. Taipei Univ. Technol. 38:77–101. (in Chinese with English abstract)

Liu, C. Y. and R. M. Hsieh. 2006. Review and foresight for the entrepreneurship management research: An exploration of theory and framework. J. Entrep. Res. 1:1–43. (in Chinese with English abstract)

Mian, S. A. 1996. Assessing value-added contributions of university technology business incubators to tenant firms. Res. Policy 25:325–335.

Mian, S. A. 1997. Assessing and managing the university technology business incubator: an integrative framework. J. Business Ventu. 4:251–285.

Patton, D., L. Warren, and D. Bream. 2009. Elements that underpin high - tech business incubation processes. J. Technol. Trans. 34:621–636.

Rothaermel, F. T. and M. Thursby. 2005a. University - incubator firm knowledge flows: assessing their impact on incubator firm performance. Res. Policy 34:305–320.

Rothaermel, F. T. and M. Thursby. 2005b. Incubator firm failure or graduation? The role of university linkages. Res. Policy 34:1076–1090.

Schiller, P. 1990. Guidelines for incubator development. Econ. Devel. Rev. 8:19–23.

Schwartz, M. and C. Hornych. 2008. Specialization as strategy for business incubators: an assessment of the Central German Multimedia Center. Technovation 28:436–449.

Schwartz, M. and C. Hornych. 2010. Cooperation patterns of incubator firms and the impact of incubator specialization: empirical evidence from Germany. Technovation 30:485–495.

Scillitoe, J. L. and A. K. Chakrabarti. 2010. The role of incubator interactions in assisting new ventures. Technovation 30:155–167.

Small and Medium Enterprise Administration, Ministry of Economic Affairs. 2010. Incubation centers guide: Creation, Innovation, Entrepreneurship. Taipei. 68 pp.

Tsai, F. S., L. H. Y. Hsieh, S. C. Fang, and J. L. Lin. 2009. The co-evolution of business incubation and national innovation systems in Taiwan. Technol. Forecast. Soc. Change 76:629–643. (in Chinese with English abstract)

Tsai, S. L. 2000. A close examination of the effectiveness and the appropriateness of innovative incubation centers in Taiwan. Commer. Manage. Quarter. 1: 417–445. (in Chinese with English abstract)

Tsai, C. T. and M. H. Tsai. 2010. The development experience of Taiwan's incubation center and future prospect-The analysis of phase transition in 15 years. J. Technol. Manage. 15:29–60. (in Chinese with English abstract)

Wang, B. J. and S. C. Liu. 2006. A study of the relationships between the academic incubator core resources and new venture's key success factors. J. Entrep. Res. 1:155–174. (in Chinese with English abstract)

Wen, C. T. and R. M. Hsieh. 2010. Literature review and future directions of global entrepreneurship monitor. J. Entrep. Res. 5:27–48. (in Chinese with English abstract)

Wiggins, J. and D. V. Gibson. 2003. Overview of US incubators and the case of the Austin technology incubator. J. Entrep. Inno. Manage. 3:56–66.

Wu, T. J., C. P. Yu, and F. S. Tsai. 2009. Knowledge, strategies and organizational development of Taiwanese Ocean Resources Business Incubators. J. Entrep. Res. 4:127–153. (in Chinese with English abstract)

Value-Added Assessment of the Business Firms at the Innovation and Incubation Center of Taiwan Agricultural Research Institute[1]

Lit-Fu Chan[2,3], Shen-Chen Yang[2], and Miao-Chou Yen[2]

Abstract

Chan, L. F., S. C. Yang, and M. C. Yen. 2011. Value-added assessment of the business firms at the Innovation and Incubation Center of Taiwan Agricultural Research Institute. J. Taiwan Agric. Res. 60:239–252.

Value-added assessment is frequently used as a method for evaluating feasibility of a business project. This study was conducted to assess value-added potential of innovation projects by surveying 10 business firms with projects at the Innovation and Incubation Center (IIC) of Taiwan Agricultural Research Institute (TARI). Data of the survey were collected through conducting indepth interviews with research manager of each business firm using three sets of questionnaires. The 10 entrepreneurial firms were divided into two types – 'small independent firm (SIF)' and 'company supported firm (CSF)' based on their business capacity and capability. Results showed that the motivations for both types of entrepreneurial firms to enter IIC at TARI were the same, mainly for easy access to technical supports from TARI, enhancement of relationships with TARI and raising business profile of the firm. However, there were significant differences between these two types of entrepreneurial firms regarding the demands for hardware equipments and manpower supports. In the beginning of entering IIC, the needs of these business firms were primarily software/hardware services, personnel training, government grant supports, and supports of information on business development and market analysis. After entering IIC for one year, companies were most satisfied with the supports of providing experimental instruments and space from TARI. However, there were four items considered inadequate by these firms, including space of incubation room and, conference room, courses for training of personnel, source of government grants, and promotion and integration of the projects at IIC with up-stream and down-stream industries. Hence, members at IIC should take efforts to further improve services to meet the needs of the business firms at the center. The future plans for improving services at IIC of TARI are to provide training courses for improving business management skill, provide assistance in application of funds, and provide technological supports in the development of new products. This value-added assessment provides an understanding of the needs of business firms at different stages of development, and the information will serve as use reference in the development of full services of IIC at TARI.

Key words: Value-added assessment, Innovation and Incubation Center, Analysis of cognitive effects.

---

1. Contribution No. 2605 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: September 13, 2011.
2. Respectively, Assistant Researcher and Director of IIC, Associate Researcher and Executive Secretary of IIC, and Assistant Researcher and Project Manager of IIC, Technical Service Division, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Corresponding author, e-mail: leevchan@tari.gov.tw; Fax: (04)23325176.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 60(4):253–262 (2011)

Degree of Fruit Ripeness Affecting Infestation of Papaya by Two Species of Fruit Flies (Diptera: Tephritidae)[1]

Yaw-Jen Dong[2], Chia-Wei Song[3], Yi-Yuan Chuang[4], Kuo-Szu Chiang[5], Wen-Jer Wu[6], Ling-Lan Cheng[6], and Chien-Chung Chen[2,7]

Abstract

Dong, Y. J., C. W. Song, Y. Y. Chuang, K. S. Chiang, W. J. Wu, L. L. Cheng, and C. C. Chen. 2011. Degree of fruit ripeness affecting infestation of papaya by two species of fruit flies (Diptera: Tephritidae). Taiwan Agric. Res. 60:253–262.

Infestation of papaya fruits by two species of fruit flies, the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel), and the melon fly, *B. cucurbitae* (Coquillett), was tested in the laboratory for mature green, 1–2 yellow-stripe, 2–3 yellow-stripe, 5 yellow-stripe, and mature yellow (fully ripe) fruits of the 'Tainung No. 2' papaya (*Carica papaya* L.), and mature green, quarter, half, and mature yellow fruits of the 'Sunrise' papaya. The fruit ripeness levels were categorized visually based on the extent of the skin's yellow color development. Mechanical measurements of colorimetric values, soluble solid contents, acidity, and flesh hardness for each ripeness category were also carried out. Oriental fruit flies only laid eggs in fully ripe fruits of the 'Tainung No. 2' papaya, while melon flies could lay eggs in both the 5 yellow-stripe and fully ripe fruits. The 2–3 yellow-stripe 'Tainung No. 2' papayas, which is the ripeness degree the export papayas being harvested, were never infested by both fly species. For 'Sunrise' papayas, oriental fruit flies laid eggs in half yellow and fully ripe fruits, while melon flies laid eggs in fruits of all ripeness levels except of the mature green fruits. Whether the papaya fruit was subject to fruit fly oviposition depended not only on the ripeness level of the fruit but also on the fly density. As fly densities become high, the ripeness degree that would suffer fly infestation could become lower. We also found that a well-established screenhouse with a multiple-layer-door design could effectively prevent fruit fly invasion. Thus, this study suggested that the protocol for export papayas, at least the 'Tainung No. 2', to be harvested at proper ripeness degrees in combination with cultivation in a well-established screenhouse should be possible to replace the current vapor heat quarantine treatment. Further intensive field screen of melon fly infestation in papaya screenhouses need to be conducted to determine if screenhouse cultivated 'Sunrise' papayas could also be exempted from additional quarantine treatments.

Key words: *Bactrocera dorsalis*, *Bactrocera cucurbitae*, Papaya, Fruit fly infestation, Quarantine.

---

1. Contribution NO. 2589 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: October 14, 2011.

2. Respectively, Assistant Entomologist and Senior Entomologist, Applied Zoology Division, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.

3. Assistant Researcher, Crop Science Division, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.

4. Assistant Professor, Department of Entomology, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.

5. Assistant Professor, Department of Agronomy, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.

6. Respectively, Professor and Research Assistant, Department of Entomology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC.

7. Corresponding author, e-mail: chiencc@tari.gov.tw; Fax: (04)23317600.

Introduction

The oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel), and the melon fly, *B. cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae), are widely distributed in Taiwan, and papayas are in their host ranges (White & Elson-Harris 1992). Our export papayas before shipping to those countries free of these two species of fruit flies require quarantine treatments to eliminate any possible fly eggs and larvae in the fruits. For example, papaya fruits of 'Tainung No. 2', the principal papaya cultivar grown in Taiwan, prior to export to Japan need going through a 47.2℃ vapor heat treatment for 4–5 hours. This is also a requirement by the US for papayas exported from fruit fly infested countries (Couey *et al*. 1984; Chen & Lin 2003; Shiesh & Hsueh 2005). Papayas after going through the vapor heat treatment would meet quarantine security to the importing country, yet results in a reduced quality and an increased cost that lowers their market competitiveness. In fact, these two species of fruit flies in the field usually do not damage unripe papayas implying a strong relationship between fruit fly infestation and papaya ripeness levels (Seo *et al*. 1982; Armstrong 1983; Liquido *et al*. 1989; Liquido & Cunningham 1990).

For shipping considerations, papayas usually are harvested before fully ripe, and allowed for a period of post-ripening time. Different cultivars of papaya permit different post-ripening times which determine their time of harvest (Shiesh 2001; Tsai & Ke 2005). Besides, most papayas in Taiwan are now grown in screenhouses to be protected from aphids which serve as vectors for papaya ringspot virus. The screenhouse cultivation could also avoid infestation of papayas by fruit flies. If it can be demonstrated that papaya fruits are not subject to fruit fly infestation at any ripeness level before harvest, then, it in combination with sound screenhouse cultivation might provide a reliable quarantine system for export papayas to be exempted from the currently used vapor heat treatment. This would help export papayas preserve high fruit quality and better commodity competitiveness. This study was therefore conducted to determine the relation between the ripeness levels of the 'Tainung No. 2' and 'Sunrise' papayas and the infestation of *B. dorsalis* and *B. cucurbitae*, thus providing government agency important information for international trade negotiations.

Materials and Methods

Fruit flies

The oriental fruit flies and the melon flies used for this study were from the laboratory colonies. Larvae of the oriental fruit fly were fed on an artificial diet described by Chiu (1978), and melon flies on a diet described by Liu & Shiao (1984). Adults of both fly species were maintained on a diet containing yeast and sucrose (3 : 1) in a cage (30 by 30 by 30 cm) with wetted sponge on the top. The rearing units were kept in the insectary at 25 ± 1℃, 75 ± 10% RH, and a photoperiod of 12 : 12 (L : D). Wild colonies were introduced into the laboratory stocks at least twice every year.

Test papayas and measurements of physical and chemical properties

Different ripeness degree of papaya fruits in two varieties, 'Tainung No. 2' and 'Sunrise', were respectively collected from the export-papaya supplier orchards. Each fruit sample was wiped to remove the dirt and possible pesticides, and then respectively weighted. The maturity levels of the papayas were determined by the common standards used by the growers. This standard classifies the 'Tainung No. 2' papayas, based on the extent of yellow color development on the fruit skin, into five ripeness degrees: mature green (entirely green with no streaks of yellow), 1–2, 2–3, and 5 yellow-stripe, and mature yellow (entirely yellow). While the yellow color of the ripening 'Sunrise' papayas does not appear at specific parts, ripeness degrees of 'Sunrise' papayas are classified into four categories as mature green (entirely green), quarter-, half-, and mature-yellow (more than half of the entire fruit being yellow). The visually categorized papaya fruits were then subjected to mechanical measurements of colorimetric values, sweetness, sourness, and hardness. The apparent color of the fruit was measured using a spectrophotometer (Nippon Denshoku, Japan) reading respectively from the blossom end and the equatorial regions. The colorimeter outputs three color readings: *L* (lightness of the surface being tested), *a* (greenness to redness), and *b* (blueness to yellowness). Soluble solids content of the fruit was measured using a refractometer (PR-1, Atago, Japan), acidity measured by titration using malic acid as the titrator, and flesh hardness measured using a rheometer (NRM-2010J-CW, Fudoh, Japan). For measurements of the fruit soluble solids content and acidity, four points on the surface of a fruit were sampled along the fruit equatorial plane with each sample point separated from one another by a 90° rotation. For measuring the fruit hardness, the sample fruit was peeled first, and three pieces of fruit flesh, each sizing 3 cm long by 3 cm wide by 1.5 cm thick, and equally spaced along the fruit equatorial region were taken. For each measurement of the fruit properties, a total of 5-10 fruits for each ripeness category were used.

Fly oviposition frequency on papaya fruits in relation to fruit ripeness levels

Individual papaya fruits of different ripeness degrees were put in separate screen cages [26 cm × 15 cm × 15 cm (L × W × H)]. Specific pairs of 12–14 days old fruit

fly were then introduced into each cage. These test units were maintained in the laboratory at 25 ± 1°C and 75 ± 10% RH under the natural light. After a period of six hours, the papaya fruits were taken out of the cages and examined under a microscope (Wild M3Z; Heerbrugg, Switzerland). The number of fly eggs deposited in each fruit was counted and recorded. This study was conducted respectively for two papaya cultivars, 'Tainung No. 2' and 'Sunrise'; two fruit fly species, the oriental fruit fly and the melon fly; and three fly densities, 5, 10, and 20 pairs. Degrees of fruit ripeness tested were mature green, 1–2, 2–3, and 5 yellow-stripe, and mature yellow for the 'Tainung No. 2' papaya, and mature green, quarter-, half-, and mature-yellow for the 'Sunrise' papaya. Ten replications for each test were conducted first, and if results showed zero infestation of fly eggs, then, additional 5 replications were carried out for further confirmation.

Monitoring of fruit fly occurrence in an export-papaya supplier screenhouse

A model export-papaya supplier screenhouse situated at Likang, Pingtung was monitored for populations of the oriental fruit fly and the melon fly. This screenhouse sized 0.3 ha, and was built with an overlapping multiple-layer door. Fifteen yellow sticky boards (28 cm long by 32 cm wide, Jenn Yeong Biotech Ltd) (see Fig. 1A) were hung in the screenhouse, and replaced with new ones every 10 days. Besides, three of the screenhouse's outside corners were each set up with a modified bottle trap developed by the Taichung District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture (see Fig. 1B). Each trap was fitted with a fiber board containing methyl eugenol, cuelure, and naled to monitor the population densities of the oriental fruit fly and the melon fly in the areas surrounding our investigated screenhouse. The baits were changed once a month. Fruit flies trapped by the yellow sticky boards and the bottle traps were collected once every 10 days, and the fly species and numbers were examined and recorded in the laboratory. In addition, vegetation types in the neighboring areas were investigated using aerial photographs.

Data analysis

Unprotected Fisher's LSD procedures were directly applied to separate the mean numbers of the egg deposited in different ripeness levels of papayas by specific densities of the fruit fly, without consideration of ANOVA results first for the following reasons: (1) the model assumptions of consistency of the error variance and normality of the error distributions were violated for some scenarios, (2) the unprotected LSD procedures allow that corrections for multiple comparisons be done while interpreting data. The significance level was set at $P < 0.05$. All analyses were conducted using STATGRAPHICS Centurion XV software, 2005 (Statpoint, Herndon, VA).

Results

Table 1 showed certain physical and chemical properties of the various ripeness degrees of the test papayas. As fruit ripeness increased in both 'Tainung No. 2' and 'Sunrise' papayas, the *L* (skin lightness) value increased. The *a* value progressed from negative (indicating greenness of the fruit skin) to positive (indicating increasing redness). The *b* values increased, but all in the positive range indicating yellowness on the fruit skin for all tested maturity degrees. Fruit flesh hardness decreased, soluble solid contents increased, and acidities increased with increasing fruit ripeness. The tested 'Tainung No. 2' papayas had mean fruit weights ranging from 884.4–925.5 g, while 'Sunrise' papayas had the mean weights ranging from 448.6–511.1 g. The export 'Tainung No. 2' papayas are usually harvested at

Fig. 1. The yellow sticky board (A) and the modified bottle trap (B) used in this study.

Table 1. Fruit characteristic parameters (mean ± SE) of ‘Tainung No. 2’ and ‘Sunrise’ papayas at various ripeness levels

Fruit ripeness level	Fruit weight (g)	Fruit color at equatorial plane[z]			Fruit color at blossom end			Flesh hardness (kg/cm^2)	Total soluble solid (°Brix)	Titratable acidity (%)
		L	*a*	*b*	*L*	*a*	*b*			
‘Tainung No. 2’ papaya										
Mature green	884.2 ± 139.2	37.65 ± 3.61	-9.10 ± 0.56	15.61 ± 2.89	36.61 ± 2.37	-7.51 ± 3.70	14.52 ± 4.92	1.51 ± 0.07	7.34 ± 2.06	0.25 ± 0.24
1-2 yellow- stripe	928.7 ± 123.6	38.28 ± 2.58	-9.25 ±1.85	18.33 ± 3.09	36.59 ± 3.51	-8.34 ± 1.33	15.97 ± 3.30	1.31 ± 0.19	8.39 ± 2.95	0.20 ± 0.08
2-3 yellow- stripe	895.8 ± 147.0	40.93 ± 3.41	-8.34 ± 5.42	23.21 ± 5.44	37.33 ± 5.86	-8.90 ± 2.06	18.29 ± 2.56	1.15 ± 0.19	11.02 ± 1.20	0.25 ± 0.09
5 yellow- stripes	966.9 ± 300.3	53.64 ± 4.49	14.17 ± 15.15	44.09 ± 9.38	44.29 ± 6.03	-3.01 ± 6.80	29.96 ± 5.85	0.34 ± 0.36	12.86 ± 0.67	0.28 ± 0.06
Mature yellow	888.3 ± 152.7	54.35 ± 2.92	18.69 ± 6.76	44.69 ± 5.27	50.48 ± 4.83	5.55 ± 7.91	38.24 ± 7.14	0.12 ± 0.08	13.01 ± 0.44	0.32 ± 0.06
‘Sunrise’ papaya										
Mature green	472.1 ± 53.0	40.96 ± 1.34	-9.21 ± 0.33	21.23 ± 3.53	40.00 ± 2.01	-8.92 ± 0.31	16.53 ± 1.22	1.94 ± 1.85	11.78 ± 0.33	0.19 ± 0.05
Quarter yellow	511.1 ± 51.2	41.39 ± 0.79	-9.17 ± 0.73	22.54 ± 0.75	41.92 ± 1.15	-8.98 ± 0.71	22.96 ± 3.15	1.26 ± 0.16	12.52 ± 0.63	0.19 ± 0.07
Half yellow	448.6 ± 85.7	49.56 ± 2.58	-0.57 ± 3.88	37.12 ± 4.28	53.95 ± 2.51	4.09 ± 4.31	44.09 ± 4.54	0.70 ± 0.28	13.64 ± 1.05	0.24 ± 0.13
Mature yellow	475.2 ± 50.8	55.22 ± 2.99	12.40 ± 7.58	47.64 ± 3.69	57.40 ± 0.69	16.15 ± 4.18	50.29 ± 5.01	0.59 ± 0.23	14.42 ± 0.33	0.36 ± 0.08

[z] *L*: lightness; *a*: color-opponent dimensions (a positive value indicates magenta, and negative indicates green); *b*: color-opponent dimensions (a negative value indicates blueness, a lower positive value indicates greeness, and higher positive values indicate yellowness).

the 2-3 yellow-stripe ripeness degree. Based on the results, this degree of ripeness had a *L* value of 40.93, *a* value of -8.34, and *b* value of 23.21 reading from the equatorial plane; and a *L* value of 37.33, *a* value of -8.90, and *b* value of 18.29 reading from the blossom end. The measure- ments of fruit hardness, soluble solid contents, and acidity were 1.15 kg/cm^2, 11.02°Brix, and 0.25%, respectively. The export 'Sunrise' papayas are visually categorized as quarter-yellow. Compared with the 2–3 yellow-stripe 'Tainung No. 2' papayas, the quarter-yellow 'Sunrise' papayas appeared less red on the fruit skin with *L* value of 41.39, *a* value of -9.17, and *b* value of 22.54 reading from the equatorial plane; and *L* value of 41.92, *a* value of -8.98, and *b* value of 22.96 reading from the blossom end. Furthermore, the quarter-yellow 'Sunrise' papayas were measured harder (fruit hardness = 1.26 kg/cm^2), sweeter (soluble solids content = 12.52°Brix), and less acid (acidity = 0.19%) than the 2–3 yellow-stripe 'Tainung No. 2' papayas.

Both oriental fruit flies and melon flies at the densities of 5 and 10 pairs did not respond to any ripening levels of the 'Tainung No. 2' papayas (Table 2). However, as the fly density increased to 20 pairs, the oriental fruit fly could deposit eggs on 'Tainung No. 2' papayas at the mature yellow ripeness level, while melon flies deposited eggs not only on the mature yellow papayas but also on the 5 yellow-stripe ones with no significant differences in the infestation rates and total number of eggs laid between these two ripeness degrees (Table 2). For 'Sunrise' papayas, no oviposition occurred with oriental fruit flies at the density of 5 pairs, but the flies at the density of 10 pairs did lay eggs on the mature yellow fruits; and at 20 pairs, the flies could infest both the half yellow and mature yellow fruits (Table 3). On the other hand, the melon flies laid eggs on the mature yellow 'Sunrise' papayas at the densities as low as 5 pairs; and as fly density reached 20 pairs, even the quarter yellow papayas were infested (Table 3). Fruit fly infestation rate and total number of eggs laid in the 'Sunrise' papayas increased with fruit ripeness.

Fruit fly monitoring results showed that neither oriental fruit flies nor melon flies were ever found inside the screenhouse; yet, the fly population densities outside the screenhouse were always high (Fig. 2). The traps set at the outside corners of the screenhouse, site A and B, caught over ten thousand of oriental fruit flies per 10 days in May with an average of more than eight thousands over the three corner sites. The highest population density of the melon fly monitored during the whole investigation periods was around 200 (Fig. 2). The aerial photograph showed that vegetations surrounding the study screen-house were mixed wood land, grass land, fallow grounds, and a big guava orchard which was not under well managements (Fig. 3).

Discussion

This study showed that probability of both the oriental fruit fly and the melon fly depositing eggs on the 'Tainung No. 2' and 'Sunrise' papayas increased with fruit ripeness where the fruit had decreased flesh hardness and increased

Table 2. Infestation of 'Tainung No. 2' papayas of varying ripeness degrees by fruit flies at different densities

Fruit ripeness level	Fly density: 5-pair % infested fruit	5-pair No. eggs^z per fruit	10-pair % infested fruit	10-pair No. eggs per fruit	20-pair % infested fruit	20-pair No. eggs per fruit
Bactrocera dorsalis						
Mature green	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a
1-2 yellow-stripe	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a
2-3 yellow-stripe	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a
5 yellow-stripe	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a
Mature yellow	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a	13.3	21.5 ± 74.5 a
Bactrocera cucurbitae						
Mature green	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a
1-2 yellow-stripe	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a
2-3 yellow-stripe	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a
5 yellow-stripe	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a	33.3	8.9 ± 14.0 ab
Mature yellow	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a	33.3	37.8 ± 70.5 b

^{z} Mean ± SE (n = 10–15). Means within the same column followed by the same letter are not significantly different at $P<0.05$ (Fisher's LSD test; STATGRAPHICS Centurion XV, 2005).

Table 3. Infestation of 'Sunrise' papayas of varying ripeness degrees by fruit flies at different densities

	Fly density					
	5-pair		10-pair		20-pair	
Fruit ripeness level	% infested fruit	No. eggs[z] per fruit	% infested fruit	No. eggs per fruit	% infested fruit	No. eggs per fruit
Bactrocera dorsalis						
Mature green	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a
Quarter yellow	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a
Half yellow	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a	6.7	10.9 ± 42.1 a
Mature yellow	0.0	0.0 ± 0.0 a	10.0	2.2 ± 7.0 a	60.0	44.4 ± 55.8 b
Bactrocera cucurbitae						
Mature green	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a
Quarter yellow	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a	6.7	5.4 ± 20.9 a
Half yellow	0.0	0.0 ± 0.0 a	0.0	0.0 ± 0.0 a	33.3	16.3 ± 36.2 a
Mature yellow	20.0	20.1 ± 46.9 b	40.0	83.4 ± 131.6 b	40.0	112.9 ± 242.0 b

[z] Mean ± SE (n = 10–15). Means within the same column followed by the same letter are not significantly different at $P<0.05$ (Fisher's LSD test; STATGRAPHICS Centurion XV, 2005).

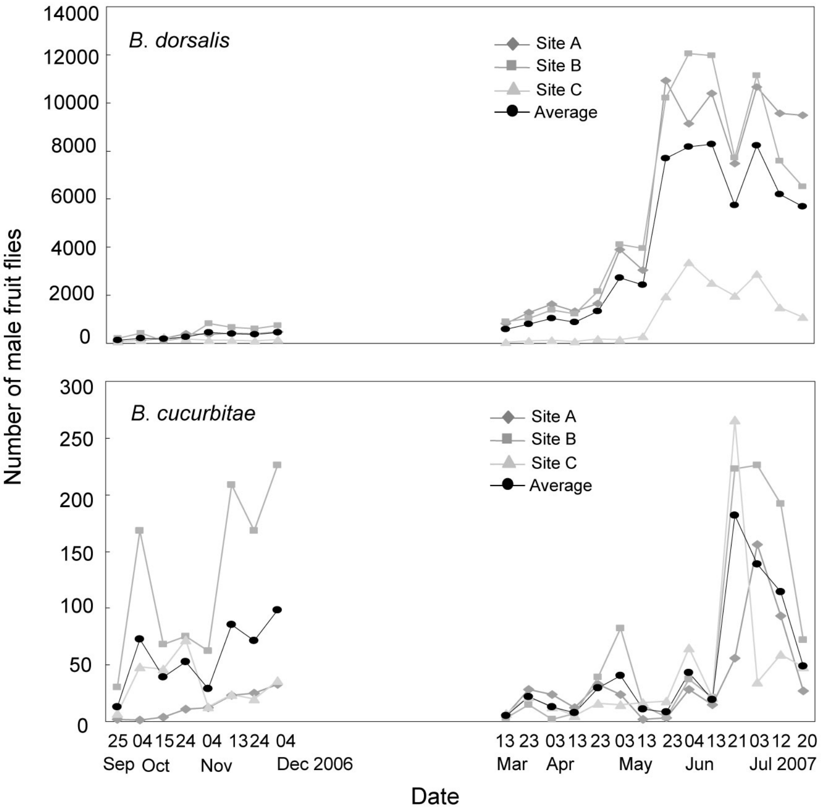

Fig. 2. Numbers of male *Bactrocera dorsalis* and *B. cucurbitae* caught at three outside corners of an export- papaya supplier orchard located at Likang, Pingtung.

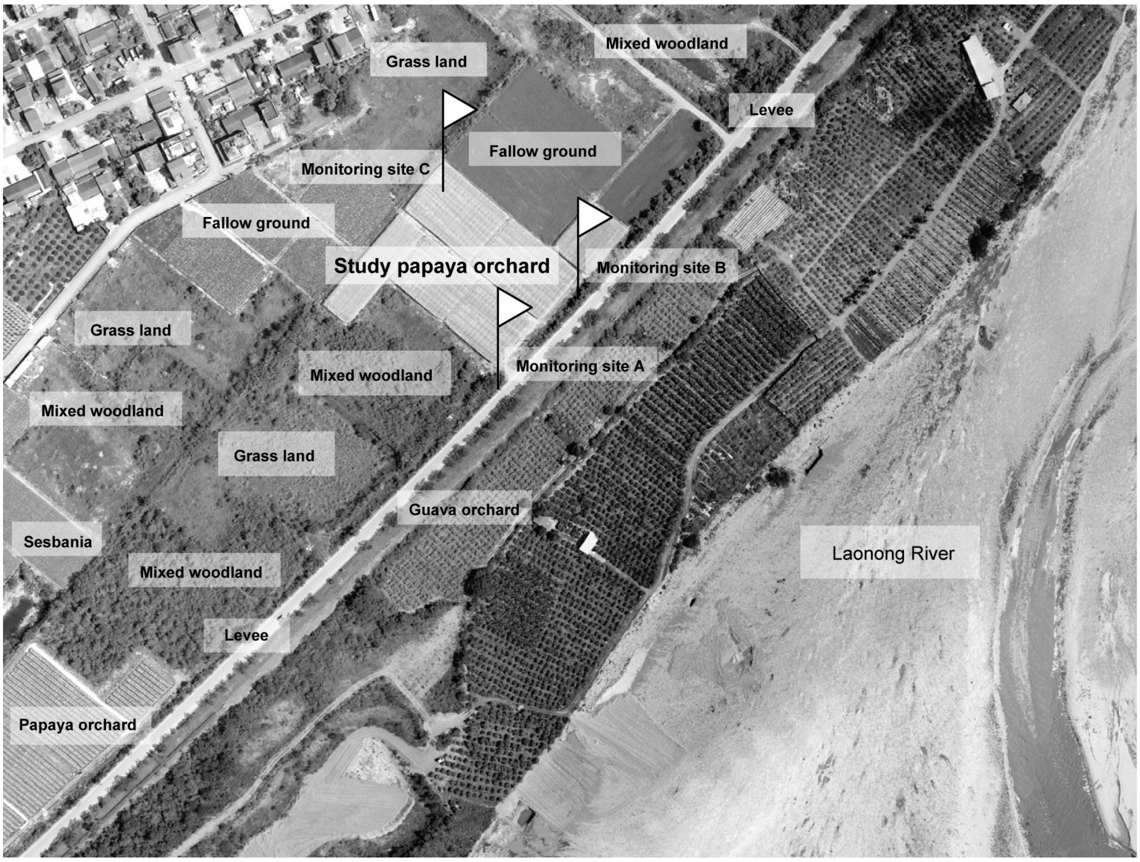

Fig. 3. An aerial view of the experimental papaya orchard located at Likang, Pingtung and its surroundings.

yellow color and soluble solid contents. It has been indicated that the yellow color, softening fruit flesh, and certain emitted odors accompanying with ripening fruit may make the fruit more attractive to fruit flies for oviposition (Liu 1981; Fletcher 1987). Conversely, the turgor pressure of the milky, acrid latex in mature green fruits prevents lodging of eggs (Mason 1932), and the benzyl isothiocyanate present in the latex of green papaya is toxic to eggs and early instars, and probably deters oviposition (Seo & Tang 1982; Seo *et al*. 1983).

Although Taiwan belongs to a fruit fly infestation area, our papayas are granted for export to Hong Kong, Singapore, Malaysia, China, Canada, and Japan, with quarantine treatments required only by Japan. The 'Tainung No. 2' papayas for export to Japan are usually harvested at the 2-3 yellow-strip ripeness. This study demonstrated that 'Tainung No. 2' papayas at this ripeness level would not get any risk of egg infestations by the oriental fruit fly and the melon fly, even at an extremely high fly density such as a papaya fruit surrounded by 20 female flies in the field. Seo *et al*. (1982) reported that mature green, color-break and quarter-ripe field-collected papayas are free of oriental fruit fly infestation year round, while only half- to fully ripe fruits are infested. Couey *et al*. (1984) reported that mature green and color-break fruits are never infested, but quarter-ripe fruits are rarely infested. Seo *et al*. (1982) did not report any infestation of papaya by melon fly, whereas Couey *et al*. (1984) found melon fly infestation in only half- to fully ripe fruits. Liquido & Cunningham (1990) concluded their study that natural infestations of oriental fruit fly and melon fly in papaya rarely occurred in fruits acceptable by the double dip quarantine procedure (probability of infestation <0.049). Our data are mostly consistent with these previous reports. The slightly differences might be due to the different papaya cultivars investigated (their 'Kapoho Solo' vs. our 'Tainung No. 2'), and the different apparent classifications of papaya fruit ripeness. Liquido

& Cunningham (1990) reported a $Bb \leq 23.4$ (a b value reading from the blossom end) for the mature green and color-break 'Kapoho Solo' papayas, while we measured a b value of 18.30 from the blossom end for our export 2–3 yellow-stripe 'Tainung No. 2' papayas. The variation in the fruit skin color and the underlying physical/chemical qualities may cause differences in ovipositional responses and behavior of the fruit flies.

The Taiwanese export 'Sunrise' papayas are harvested at quarter yellow if via ocean shipping, and harvested at half yellow if by air cargo. Our study demonstrated that 'Sunrise' papayas at these ripeness levels did have the risk of fruit fly egg infestation, where the papayas over half yellow ripe could be infested by oriental fruit flies, and papayas over quarter yellow ripe by melon flies. In Hawaii, their papayas ('Kapoho Solo') were reported readily infested by oriental fruit flies in the field, but only occasionally infested by melon flies, except under unsanitary field cultural conditions where the papaya could become a common host of melon flies (Seo *et al.* 1982; Coury *et al.* 1984; Liquido 1991). Our study showed a different result that the melon fly infested papayas at a higher frequency than the oriental fruit fly. This may be due to the different papaya varieties being studied. However, our study revealed similarly that probability of a papaya fruit subject to fruit fly infestation would depend on not only the ripeness of the fruit, but also the field densities of the fruit flies. As the field densities become high, the ripeness degree that would suffer fly damage could become lower. This study suggested that export 'Sunrise' papayas harvested at quarter ripe could avoid infestation of oriental fruit flies, but would not be secured from melon fly infestations. It also showed that 'Sunrise' papayas are more susceptible to fruit fly infestation than 'Tainung No. 2' papayas.

Papayas in Taiwan have all been cultivated in screenhouses to be protected from aphids which can transmit papaya ringspot potyvirus. A common simple screenhouse might have holes or crevices to allow fruit fly invasion. Nevertheless, our study demonstrated that a well-established screenhouse with a multiple-layer-door design could effectively prevent fruit fly invasion, even at locations where fruit flies occur at high densities. This, in combination with our findings mentioned above that 'Tainung No. 2' papayas if harvested at 2–3 yellow strips can be free of fruit fly infestation even with high fly densities, suggested that 'Tainung No. 2' papayas cultivated in well-established screenhouses, harvested at proper ripeness level, and packed in the well sanitized packing house should be possible to negotiate for waiving of the current vapor-heat quarantine treatment. Consequently, it would help reduce costs and preserve a better fruit quality. Although the export 'Sunrise' papaya fruits can be infested by fruit flies, it requires high fly densities. Since none of the fruit flies were found within our screenhouse in this study, further extensive investigations on fruit fly infestation rates of papayas grown in screenhouses need to be conducted to determine if 'Sunrise' papayas could be exempted from the current quarantine treatments.

Acknowledgments

We thank Shyi-Kuan Ou for critically reviewing the manuscript, and Chuan-Zong Li for his technical assistance. This study was supported by a research grant 96AS-14.4.1-BQ-B2 from Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan.

Literature cited

Armstrong, J. W. 1983. Infestation biology of three fruit fly (Diptera: Tephritidae) species on 'Brazilian,' 'Valery,' and 'William' s' cultivars of banana in Hawaii. J. Econ. Entomol. 76:539–543.

Chen, H. Y. and C. H. Lin. 2003. Development of techniques for quarantine treatment of export fruits, vegetables, and flowers: insect-killing quarantine treatments with vapor heat and cold storage. Agric. World 243:46–50. (in Chinese)

Chiu, H. T. 1978. Studies on the improvement of mass rearing for oriental fruit flies. Plant Prot. Bull. 20:87–92. (in Chinese with English abstract)

Couey, H. M., E. S. Linse, and A. N. Nakamura. 1984. Quarantine procedure for Hawaiian papayas using heat and cold treatments. J. Econ. Entomol. 77:984–988.

Fletcher, B. S. 1987. The biology of Dacine fruit flies. Annu. Rev. Entomol. 32:115–144.

Liquido, N. J. 1991. Infestation rates of oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) in 'Sunrise' papaya by visual and colorimetric ripeness indices. J. Econ. Entomol. 84:948–953.

Liquido, N. J. and R. T. Cunningham. 1990. Colorimetry of papaya fruits as an index of infestation rates of oriental fruit fly and melon fly (Diptera: Tephritidae). J. Econ. Entomol. 83:476–484.

Liquido, N. J., R. T. Cunningham, and H. M. Couey. 1989. Infestation rates of papaya by fruit flies (Diptera: Tephritidae) in relation to the degree of fruit ripeness. J. Econ. Entomol. 82:213–219.

Liu, Y. C. 1981. A review on studies of the oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* Hendel in Taiwan. Bull. Soc. Entomol.,

NCHU 16:9–26. (in Chinese with English abstract)

Liu, Y. C. and T. Y. Shiao. 1984. Mass production of the melon fly *Dacus cucurbitae* Coquillett I. Mass rearing technique of the larvae. Bull. Soc. Entomol., NCHU 17:1–13. (in Chinese with English abstract)

Mason, A. C. 1932. The economic importance of the Mediterranean fruit fly to Hawaiian horticulture. Proc. Hawaii. Entomol. Soc. 8:163–178.

Seo, S. T. and C. S. Tang. 1982. Hawaiian fruit flies: toxicity of benzyl isothiocyanate against eggs or 1st instars of three species. J. Econ. Entomol. 75:1132–1135.

Seo, S. T., G. J. Farias, and E. J. Harris. 1982. Oriental fruit fly: ripening of fruit and its effect on index of infestation of Hawaiian papayas. J. Econ Entomol. 75:173–175.

Seo, S. T., C. S. Tang, S. Simon, and T. H. Takenaka. 1983. Hawaiian fruit flies: variation of index of infestation with benzyl isothiocyanate concentration and color of maturing papaya. J. Econ. Entomol. 76:535–538.

Shiesh, C. C. 2001. Effects of maturity, storage temperature, ripening temperature, and forced hot-air treatment on the quality of papaya fruits (*Carica papaya* L. cv. Tainung No. 2). J. Chinese Soc. Hort. Sci. 47:391–408. (in Chinese with English abstract)

Shiesh, C. C. and S. M. Hsueh. 2005. Postharvest technology of papaya (*Carica papaya*) for exporting. p. 53–58. *in* the Proceedings of a Symposium on Research and Application of Postharvest Handling Technology of Horticultural Crops. Agric. Res. Inst. Publ. No. 117. Taichung. (in Chinese with English abstract)

StatPoint. 2005. Statgraphics Centurion XV. StatPoint, Herndon, VA.

Tsai, Y. H. and L. S. Ke. 2005. Postharvest behavior of respiration and ethylene production of papaya fruits (*Carica papaya* L.) harvested at different developmental stages. J. Chinese Soc. Hort. Sci. 51:29–40. (in Chinese with English abstract)

White, I. M. and M. E. Elson-Harris. 1992. Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics. CAB International in association with ACIAR.

木瓜成熟度影響瓜果實蠅 (Diptera: Tephritidae) 之感染[1]

董耀仁[2] 宋家瑋[3] 莊益源[4] 蔣國司[5] 吳文哲[6] 鄭玲蘭[6] 陳健忠[2,7]

摘 要

董耀仁、宋家瑋、莊益源、蔣國司、吳文哲、鄭玲蘭、陳健忠。2011。木瓜成熟度影響瓜果實蠅 (Diptera: Tephritidae) 之感染。台灣農業研究 60:253–262。

本研究依木瓜果皮顏色轉黃的程度進行果實成熟度分級，並檢測台農二號木瓜全綠、1–2 黃溝、2–3 黃溝、5 黃溝、8–9 分熟等五種成熟度以及日陞木瓜全綠、1/4 熟、1/2 熟、8–9 分熟等四種成熟度之果實成熟性狀，同時探討木瓜果實成熟度與受東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 及瓜實蠅 (*B. cucurbitae* (Coquillett))產卵感染的關係。台農二號木瓜之測試結果顯示，東方果實蠅只在 8–9 分熟果實上產卵，瓜實蠅則可在 5 黃溝與 8–9 分熟木瓜上產卵，而外銷採收之 2–3 黃溝台農二號木瓜則完全不會受東方果實蠅及瓜實蠅產卵為害。對日陞木瓜之測試，東方果實蠅可在 1/2 熟和 8–9 分熟之木瓜上產卵，瓜實蠅則可在除了全綠以外之所有成熟度木瓜上產卵。木瓜是否會遭受瓜、果實蠅產卵為害，除了取決於果實本身之成熟度外，也與瓜、果實蠅之密度有關。瓜、果實蠅在高密度下，會危害較低成熟度的木瓜。此外調查結果也顯示設置良好的網室搭配多層門設計可有效阻隔瓜、果實蠅入侵。綜合試驗結果顯示，台農二號木瓜以網室栽培，果實於適當成熟度採收，具有取代現行蒸熱檢疫處理之潛力。至於日陞木瓜，則有賴進一步廣泛調查網室內不同成熟度果實之瓜果實蠅感染率，方得評估日陞木瓜免除現行蒸熱檢疫處理之可能性。

關鍵詞：東方果實蠅、瓜實蠅、木瓜、果實蠅感染、檢疫。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2589 號。接受日期：100 年 10 月 14 日。
2. 本所應用動物組助理研究員、研究員。台灣 台中市。
3. 本所作物組助理研究員。台灣 台中市。
4. 國立中興大學昆蟲系助理教授。台灣 台中市。
5. 國立中興大學農藝系助理教授。台灣 台中市。
6. 國立台灣大學昆蟲系教授、研究助理。台灣 台北市。
7. 通訊作者，電子郵件：chiencc@tari.gov.tw；傳真機：(04)23317600。

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 60(4):263–278 (2011)

野生稻 *Oryza officinalis* 基因導入系統褐飛蝨抗性的研究[1]

李長沛[2] 黃守宏[3] 陳哲仁[4] 曾東海[2] 賴明信[2] 古新梅[5,6]

摘　　要

李長沛、黃守宏、陳哲仁、曾東海、賴明信、古新梅。2011。野生稻 *Oryza officinalis* 基因導入系統褐飛蝨抗性的研究。台灣農業研究 60:263–278。

褐飛蝨為水稻的主要害蟲，除栽培稻外，野生稻為另一可提供培育抗褐飛蝨的重要基因庫。本試驗由栽培品種台農 67 號為輪迴親本，野生稻 *Oryza officinalis* 為貢獻親，所建立的 134 個導入系統 (BC_2F_{19}) 中獲得 96 個抗褐飛蝨系統。利用 172 對 SSR 分析 134 個導入系統結果顯示，抗蟲系統 (RS ≤ 5) 與感蟲系統 (RS > 5) 的 *O. officinalis* 或非親本基因型比例，平均分別為 20.4%、13.0%。探討各分子標誌與褐飛蝨抗性之關聯性顯示，除第 1 對、第 8 對染色體外，其餘 10 對染色體上均發現與褐飛蝨抗性有關的標誌；單一系統最多具有 9 對染色體上含有與褐飛蝨抗性有關的標誌，但有 25 個抗性系統不帶有試驗中所獲得的任一個抗性連鎖標誌。另外，也發現 *O. officinalis* 及 4 個導入系統帶有與 *Bph2* 共連鎖 KPM2 的抗性標誌。所獲得的這些抗性系統及其遺傳背景資料，將有利於由 *O. officinalis* 而來的抗褐飛蝨特性在遺傳研究及育種上的利用。

關鍵詞：野生稻 *Oryza officinalis*、導入系統、褐飛蝨抗性、簡單重複序列 (SSR)。

前　　言

褐飛蝨為水稻主要害蟲之一，台灣褐飛蝨的族群除可由本地越冬蟲繁殖者外，大部分為由海外遷入者所繁殖之後代。海外主要遷出地區以大陸華南為主，其次為越南北部及菲律賓呂宋島等地 (Cheng & Lu 1990; Huang *et al.* 2010)。根據褐飛蝨對水稻判別品種之危害的反應，可分為不同生物小種 (biotype) (Chelliah & Bharathi 1993)，第一型生物小種 (biotype 1) 只能危害不具抗性基因的品種；第二型生物小種 (biotype 2) 是在連續廣泛種植帶有 *Bph1* 抗性基因的水稻品種後出現 (Khush 1977)；第三型生物小種 (biotype 3) 則是在連續栽植帶有抗褐飛蝨基因 *bph2* 品種地區出現 (Pathak *et al.* 1969; Pathak & Heinrichs 1982)；顯示褐飛蝨在抗性寄主植物的壓力下，可逐漸篩選出適應於該抗蟲品種上之有害生物小種的族群，而使水

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2593 號。接受日期：100 年 10 月 21 日。
2. 本所作物組助理研究員、副研究員、副研究員。台灣　台中市。
3. 本所嘉義試驗分所植物保護系助理研究員。台灣　嘉義市。
4. 本所生物技術組前聘用助理研究員。台灣　台中市。
5. 國立中興大學農藝系副教授。台灣　台中市。
6. 通訊作者，電子郵件：hmku@email.nchu.edu.tw；傳真機：(04)22877054。

稻原有抗蟲性因而崩潰 (Cheng & Chang 1979; Chang 1980; Jairin *et al*. 2007)。國內已育成的抗褐飛蝨品種，由其親緣推估大多為帶有 *Bph1* 或 *bph2* 抗性基因之親緣 (Huang 1987)。這些抗褐飛蝨品種自 1990 年代開始因遭受由海外遷入之有害生物小種 (virulent biotypes) 個體之持續增加，除台農 69 號 (其抗蟲基因可能為 *Bph3*，來自野生稻 *O. rufipogon*) 仍具有抗性外 (Huang *et al*. 1982)，其他抗蟲品種對目前遷入之褐飛蝨族群 (含有高比率之第二型及第三型生物小種) 已無抵抗性 (黃守宏未發表報告)，顯示由單主效抗蟲基因所支配之抗蟲性易於被褐飛蝨所適應，而失去抗蟲作用，因此尋求更多元的抗蟲基因為當前之亟務。

水稻抵抗褐飛蝨的研究開始於 1967 年 (Pathak *et al*. 1969)，至目前已發現 20 個以上與褐飛蝨抗性有關的主效基因 (Brar *et al*. 2009)，這些主效基因絕大部份來自印度與錫蘭等南亞之傳統秈稻型地方品種。此外，各類野生稻種原提供抗性來源亦日益受到重視，其中包括具有與栽培稻相同基因組 (AA) 的祖先種 *O. rufipogon* (Huang *et al*. 1982; Li *et al*. 2001) 及一年生的 *O. nivara* (Wu *et el*. 2009)；或有別於栽培稻基因組的 *O. australiensis* (EE) (Ishii *et al*. 1994; Jena *et al*. 2006)、*O. eichingeri* (CC) (Liu *et al*. 2001)、*O. officinalis* (CC) (Hirabayashi *et al*. 1997; Huang *et al*. 2001; Renganayaki *et al*. 2002; Yang *et al*. 2004)；甚至四倍體之野生稻種 *O. latifolia* (CCDD) (Yang *et al*. 2002) 及 *O. minuta* (BBCC) (Rahman *et al*. 2009)。其中值得注意的是從 *O. officinalis* 的導入系統中，已檢測出 5 個與褐飛蝨抗性有關的基因，分別散布在第 3、4 及 12 對染色體上，對於目前已能區分之 4 種褐飛蝨的生物小種皆具有不同程度的抗性；從該野生稻種也獲得抗白背飛蝨 (Tan *et al*. 2004a) 及抗白葉枯病 (Tan *et al*. 2004b) 的基因。許多研究均顯示野生稻中具有豐富的抗病、蟲基因，且同一野生稻系統可能帶有多個可供應用於育種上的有利基因。

多年生野生稻種 *O. officinalis* 分布於南亞、東南亞至澳洲北方，與栽培稻雜交因胚乳種子發育後期容易退化，導致雜交成功率較低，藉由幼胚培養可以提高成活率，而其雜種 F_1 會有高度不稔及穎花退化的現象，透過連續回交栽培稻可以逐漸恢復稔性並獲得可以分析的族群。越來越多的證據指出在進行種間雜交育種的同時，配合分子標誌的應用，導入系統成為遺傳分析、偵測新基因及數量基因座 (QTL) 基礎圖譜之建構的良好材料 (McCouch *et al*. 2007)。農業試驗所進行稻屬種間雜交擴大栽培稻遺傳變異之研究已有多年，利用由菲律賓國際稻米研究所引進原產於泰國之 *O. officinalis* (IRGC Acc. 100896) 與稉稻品種台農 67 號 (TNG67) 雜交及回交，經多年外表型的選拔與褐飛蝨抗性檢定，育成 134 個 BC_2F_{19} 導入系統 (Introgression lines, ILs)。本試驗即針對這些導入系統進一步確認其對褐飛蝨的抗蟲性，並進行簡單重複序列 (Simple sequence repeat, SSR) 分析以了解其遺傳組成，利用已知的褐飛蝨抗性連鎖標誌進行分析，以及討論由 *O. officinalis* 的導入系統可能帶有之褐飛蝨抗性基因型，供做未來進行褐飛蝨抗性遺傳及育種之應用的參考。

材料與方法

導入系統的建立

試驗中參試的系統，係農業試驗所以台農 67 號 (Tainung 67, TNG 67) 為輪迴親本，原產於泰國的野生稻 *O. officinalis* 系統 (IRGC Acc. 100896) 為貢獻親本，在農業試驗所 (台中) 進行雜交及回交，並經幼胚拯救培養，從後代中選取株型及稔實率佳之植株繼續繁殖，於各世代淘汰株高太高、易倒伏、芒太長、落

粒性強及褐飛蝨抗性表現不佳的系統，並於優良系統中增選 3–5 株於下一世代繁殖，至 BC_2F_{19} 獲得 134 個導入系統 (Introgression lines, ILs)，供進一步褐飛蝨檢定及 DNA 分析之用。

褐飛蝨檢定

褐飛蝨檢定於農業試驗所嘉義分所進行，將供檢品種 (系) 種子播種於檢定盤，每盤可栽植 72 品種 (系)，各含輪迴親本 TNG67、抗蟲對照品種 Mudgo、H105 及感蟲對照品種台中在來 1 號 (TN1)。待秧苗發育至 3 葉期，移置於溫室內檢定槽，然後再將人工大量繁殖之褐飛蝨若蟲 (2–3 齡) 釋放於秧苗，讓其選擇危害，接蟲密度約為每秧 2–3 隻。抗、感對照品種均重複 4 次，導入系統則每品系重複 2 次。待感蟲對照品種 TN1 被害枯萎時，開始按其被害情況分為 0–9 級級記錄 (IRRI 2002)。

總量 DNA 萃取

總量 DNA 萃取，使用 Promega 公司生產的 DNA 純化萃取組 (purification kit)。將 0.1 g 完全展開的水稻新鮮葉片剪碎，置入 2 mL 的離心管中，並加入 3 顆直徑 3 mm 鋼珠，以均質機震盪 1 分鐘，將葉片研磨成粉末狀。隨後於 2 mL 離心管中，各加入 600 µL 的 nuclei lysis 溶液，震盪 30 秒，置於 65℃水浴槽反應 1 小時。之後加入 3 µL 的核醣核酸水解酵素 (RNase) 溶液，在 37℃ 的水浴槽中反應 15 分鐘，再置於室溫 5 分鐘。加入 200 µL 的蛋白質沉澱 (protein precipitation) 試劑後震盪 20 秒，之後以 13,000 rpm 離心 3 分鐘。離心後，吸取 600 µL 上清液移至新的 1.5 mL 離心管，加入 0.8 倍異丙醇 (isopropanol)，輕微的來回搖晃使 DNA 沉澱。放入-20℃冰箱沉降 3 小時，再以 13,000 rpm 離心 1 分鐘。倒去上清液，加入 400 µL 的 70%冰酒精潤洗，隨後以 13,000 rpm 離心 1 分鐘。最後倒去上清液，置於 65℃ 烘箱烘乾 5 分鐘，再加入 50 mL 的蒸餾水回溶 DNA 後，估算 DNA 濃度及品質後，保存於 -20℃備用。

已知褐飛蝨抗性基因及連鎖標誌分析

源自於秈型地方品種 ASD7 抗性基因 *bph2*，經導入稉稻品種育成稉稻背景下的近同源系後，其抗性呈現顯性 (*Bph2*) 的表現 (Murata *et al.* 1997)。Murai *et al.* (2001) 以 AFLP (Amplified fragment length polymorphism) 定位 *bph2* 的位置，Sharma *et al.* (2004) 則進一步從中獲得的與 *Bph2* 抗性共分離的酶切擴增多型性序列 (cleaved amplified polymorphic sequence, CAPS) 標幟 KPM2。試驗中則針對 KPM2 篩選兩親本及各導入系統，探討親本及導入系統帶有 *Bph2* 的可能性。參試材料經 PCR 反應後，以 *Hinf* I 酶切後進行電泳分析，分析步驟如 Sharma *et al.* (2004) 所述。此外，針對已知的褐飛蝨抗性相關基因 (*bph12*、*Bph12(t)*、*Bph13(t)*、*Bph14*、*Bph15*) 落在物理圖譜位置上連鎖的 SSR 標誌，先篩選親本 TNG67 與 *O. officinalis* 間的多型性，再以多型性標誌用來篩選 134 個 ILs。

水稻簡單重複序列 (Simple sequence repeat, SSR) 分析與分組分析法

簡單重複序列分析參考 Temnykh *et al.* (2000) 之方法，依據 Gramene 網站水稻資料庫 (http://www.gramene.org/) 及 McCouch *et al.* (2002) 提供之 SSR 引子資訊。篩選平均分佈於水稻 12 條染色體上的 SSR 分子標誌；SSR 分析的操作步驟則是參照 McCouch *et al.* (1997) 的方法，將 PCR 增幅的產物 DNA 以 2–3% 洋菜膠體 (SFR) 電泳分離，並以溴乙烯 (Ethidium Bromide) 溶液顯影，於紫外光下呈像並拍照紀錄之。

混合分組分析法是將各系統所得之抗性等級由抗到感級按序排列後，以最抗褐飛蝨的 6 個系統 (RS = 3.0) 及最不抗褐飛蝨的 9 個系統 (RS > 7) 分為兩群，比較兩群之間差異性的分

子標誌，再進行差異性標誌與全部 ILs 褐飛蝨抗性的關連性檢定。

最後，就各標誌所得之基因型及其褐飛蝨抗性等級，依輪迴親本基因型之抗性等級及非輪迴親本基因之抗性等級進行顯著性測驗 (t-test)，以測定親本基因型間抗性等級的差異性。

結 果

導入系統之褐飛蝨抗性及其基因組成

參試系統的抗蟲性是利用褐飛蝨第一型生物小種 (biotype 1)，於秧苗期進行集團篩檢，檢定結果示如圖 1，兩個帶有抗性基因的對照品種 Mudgo (帶有 *Bph1*) 和 H105 (帶有 *bph2*) 之抗性等級 (RS) 分別為 5.0 和 4.7，輪迴親本台農 67 號 (TNG67) 抗性等級 7.0–9.0 平均為 7.7，感蟲對照品種台中在來 1 號則為 9.0，顯示輪迴親本並不具有褐飛蝨的抵抗性。各導入系統篩檢所得抗性等級的分布由 3.0–9.0，其中以 5.0–6.0 的數目最多。若以抗性對照品種為基準，參試的 134 個系統中有 96 個系統的褐飛蝨抗性與對照品種 Mudgo (RS = 5.0) 相同或抗性更高，其中有 18 個系統抗性等級低於 4.0，顯示這些系統可能具有不同的抗蟲基因，且其抗性對本檢定使用之褐飛蝨生物小種，比抗蟲對照品種 Mudgo 及 H105 具有更強的褐飛蝨抗性。

探討各導入系統之遺傳組成上，經 172 個 SSR 分析之結果，比較抗褐飛蝨系統與不抗褐飛蝨系統間不同基因型頻度的變化 (圖 2)，帶有的 *O. officinalis* 或非親本型頻度增加抗蟲系統也有增加的趨勢。抗蟲系統中 (RS ≤ 5.0) 所帶有的 *O. officinalis* 或非親本型比例最高為 51.2%、最低 4.2%；感蟲系統 (RS > 5) 所帶的有 *O. officinalis* 或非親本型比例最高為 42.1%、最低 1.7%，抗蟲與感蟲兩群平均分別為 20.4% 和 13.0%。另外，抗蟲與感蟲兩群中分別有 40% 及 60%的系統其 *O. officinalis* 或非親本基因型的比例低於 10%。綜合而言，抗性系統帶有較多 *O. officinalis* 或非親本基因型，而感蟲系統則有較多的輪迴親本 TNG67 的基因型。

已知褐飛蝨抗性基因相關標誌的分析

分析已知褐飛蝨抗性基因的緊密連鎖標誌，本研究利用 KPM2 篩選發現在兩親本 TNG67 及 *O. fficinalis* 間有多型性，進一步分析 ILs 結果顯示有 2 個系統的 KPM2 具有 *O. oficinalis* 的同型結合基因型，也有 2 個系統於 KPM2 上呈現異質結合基因型，其餘系統均表現出與 TNG67 相同的同質結合基因型 (圖 3)。這 4 個帶有 *O. officinalis* KPM2 條帶的系統，其褐飛蝨抗性等級 (RS) 為 4.7–5.7 (圖 3 中分別以 5、6 示之)，接近抗性對照品種 Mudgo 及 H105，顯示野生稻 *O. officinalis* 對褐飛蝨的抗性也可能與 *Bph2* 的抗性基因或含有同等抗性等級的基因有關。

另外，在前人研究中發現 *Bph12*、*Bph12(t)*、*Bph13(t)*、*Bph14*、*Bph15* 等抗性基因已獲得定位 (Hirabayashi *et al.* 1997, 2003; Huang *et al.* 2001;

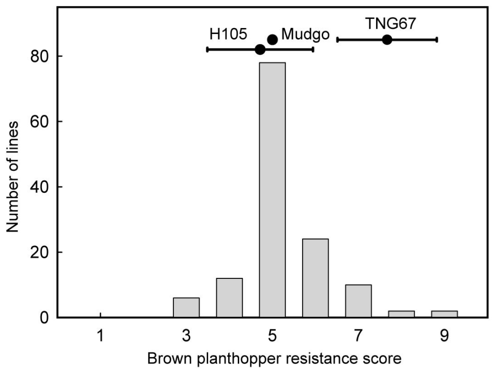

圖 1. 台農 67 號 × 野生稻 *O. officinalis* 之導入系統 (BC_2F_{19}) 的褐飛蝨抗性分布

Fig. 1. Number of BC_2F_{19} introgression lines from TNG67 × *O. officinalis* (IRGC acc. 100896) in each of the nine scores of resistance to brown planthopper. Note Mudgo and H105 are rice varieties for resistant control and TNG67 is the recurrent parent for susceptible control.

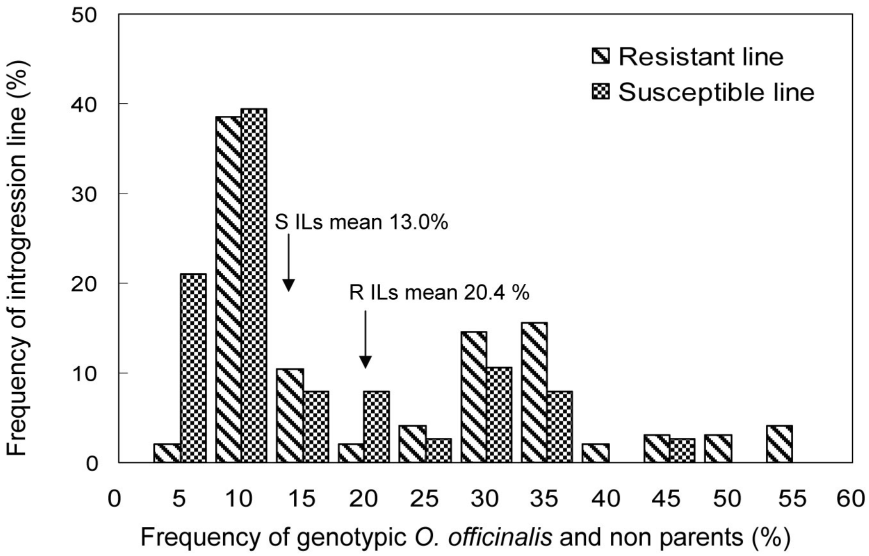

圖 2. 導入系統中 *O. officinalis* 基因頻度與褐飛蝨之抗性及感性之影響。

Fig. 2. Distribution of BPH resistant and susceptible introgression lines from advanced backcross inbred lines of TNG67 × *O. officinalis* (IRGC acc. 100896). R: Resistance (introgression lines with score of 5 or less); S: Susceptible (introgression lines with score higher than 5).

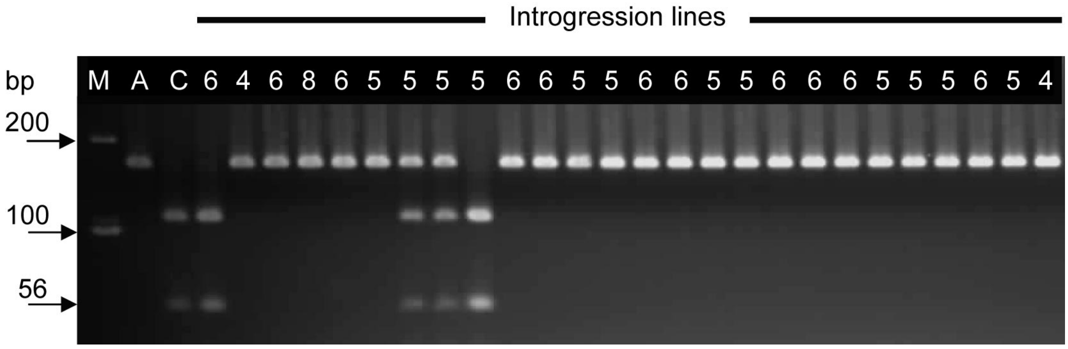

圖 3. 由台農 67 號 × *O. officinalis* 而來之導入系統應用褐飛蝨抗性基因 *Bph2* 共分離 KPM2 引子進行 PCR 反應後之 CAPS 電泳分析圖。M：分子量標誌 (bp)；樣品號碼：A 為輪迴親台農 67 號，C 為野生稻 *O. officinalis*，其餘為 *O. officinalis* 基因導入系統，數字代表各系統的褐飛蝨抗性等級。條帶出現在 56 bp 及 105 bp 時為 RR；161 bp 時為 rr (Sharma *et al*. 2004)。

Fig. 3. PCR reaction of the resistance introgression lines of rice from TNG67 × *O. officinalis* (IRGC acc. 100896) showing bandings of *Bph2* (BPH resistance gene)-linked co-dominant marker KPM2 Lane M is marker of map positions (bp), lane A is recurrent parent rice variety TNG67, lane C is wild rice *O. officinalis* (IRGC acc. 100896) and other lanes are introgression lines. Number represents BPH resistance score for individual introgression lines. Bandings of 56 bp and 105 bp represent RR and banding of 161 bp represents rr (Sharma *et al*. 2004).

表 1. 導入系統褐飛蝨抗性連鎖標誌之抗感分離檢定

Table 1. Testing introgression lines of rice for resistance to brown planthopper (BPH) using resistance linkage markers

Marker	Gene	Chr.[z]	Position (Mb)[y]	Number of lines		Mean of resistance score[v]		t-test
				1/1[x]	2/2[w]	1/1	2/2	for score
RM1002	*Bph13(t)*	3	7.12	87	47	5.2	5.3	ns
RM218	*Bph13(t)*	3	8.38	91	40	5.3	5.2	ns
RM489	*Bph13(t)*	3	4.31	99	35	5.3	5.2	ns
RM5480	*Bph13(t)*	3	5.31	101	33	5.3	5.0	ns
RM1317	*Bph13(t)*	3	15.75	90	44	5.2	5.3	ns
RM3199	*Bph14*	3	30.31	82	42	5.4	5.0	ns
RM1038	*Bph14*	3	33.59	64	70	5.4	5.2	ns
RM514	*Bph14*	3	35.23	96	38	5.3	5.1	ns
RM6987	*Bph14*	3	34.71	92	42	5.3	5.1	ns
RM1354	*bph12*	4	26.07	108	26	5.2	5.5	ns
RM8213	*Bph12(t)*	4	4.43	87	47	5.2	4.5	***
RM16563	*Bph12(t)*	4	9.53	82	52	5.2	4.7	**
RM3658	*Bph15*	4	6.31	83	51	5.3	4.5	***
RM5953	*Bph15*	4	9.36	82	52	5.2	4.7	**
RM16578	*Bph15*	4	10.53	110	23	4.9	5.2	ns
RM5633	*Bph15*	4	13.05	84	50	5.1	4.7	**

[z] Chromosome number.
[y] The estimation of physical distance was based on the Nipponbare sequence.
[x] Homozygosis of recurrent parent TNG67.
[w] Homozygosis of *O. officinalis* (IRGC acc. 100896) or non parents.
[v] Resistance ≤ 5, Susceptible > 5.
,* significantly at 1%, 0.1% respectively by t- test for means of resistance score.

Renganayaki *et al.* 2002)，本研究根據其位置或連鎖的 SSR 標誌，篩選出具有兩親本 *O. officinalis* 和 TNG67 的多型性標誌 (表 1)，以這些多型性標誌篩選各導入系統的結果，發現第 3 對色體上與 *Bph13* 及 *Bph14* 有關的 10 個 SSR 標誌在 ILs 各基因型間褐飛蝨抗性並無明顯的差異；但位於第 4 對染色體上的 7 個與 *Bph12*、*Bph12*(t)、*Bph15* 連鎖 SSR 標誌中，除 RM1354 及 RM16578 外，ILs 在這些分子標誌的各基因型間與褐飛蝨抗性具有顯著性的差異，帶有 *O. officinalis* 親本型或非親本型的抗性等級 (RS = 4.5–4.7) 顯著低於 TNG67 親本基因型之抗性等級 (RS = 5.1–5.3)。綜言之，根據上述結果推測 ILs 並不帶有位於第 3 對染色體上已知的 *Bph13* 及 *Bph14*；反之，ILs 可能帶有位於第 4 對染色體上已知的 *O. officinalis* 褐飛蝨抗性基因 *Bph12* 及 *Bph15*。

褐飛蝨抗性分群與相關標誌的分析

根據各導入系統篩選 BPH 的結果，選出最抗褐飛蝨 (RS = 3) 的 6 個系統，與最不抗褐飛蝨 (RS ≧ 7) 的 9 個系統，比較兩群內各染色體上基因型的分布，結果顯示抗群的系統有較多野生稻 *O. officinalis* 的基因型以及非親本型，其比例由 20.9–32.0%，平均為 26.3%。反

之，在感群的系統中野生稻片段明顯減少，其比例由 1.7–19.4%，平均為 9.3%，更明確的顯示出抗性系統帶有較多的 *O. officinalis* 基因型及非親本基因型。

比較兩群各染色體上差異性的分子標誌 (圖 4)，也發現抗、感兩群之間，除第 1 及第 8 對染色體上，無明顯差異性的標誌分佈外，其餘 10 對染色體上，共發現 26 個差異性較大的 SSR。在第 5 對及第 10 對染色體上，感蟲的系統均屬於輪迴親的基因型，未發現導入的 *O. officinalis* 或非親本的基因型。將這些差異性的標誌分為屬於輪迴親 TGN67 之基因型及非輪迴親之基因型 (含 *O. officinalis* 和非親本基因型)，檢定單一分子標誌於兩群基因型間褐飛蝨抗性的差異性，除第 3 對染色體上的 RM5480 及第 6 對染色體上的 RM1161 外，其餘分布在 10 對染色體上的 24 個 SSR，兩群基因型間之褐飛蝨抗性均有不等程度的顯著性差異 (表 2)，其中原本在第 3 對染色體上已知基因附近未發現與抗性有關的標誌，在分群分析中 RM3646 則與褐飛蝨抗性具有相關性。第 4 對染色體上也多出 3 個與抗性有關的 SSR，分別為 RM3839、RM6089、RM349。另外，在第 9、11、12 對染色體上各僅獲得一個 SSR 與褐飛蝨抗性有關，在第 2、5、6、7、10 對染色體上均可發現 2 個或 2 個以上與褐飛蝨抗性相關的 SSR。

綜合以上利用已知基因標誌篩選以及分群篩選的結果，來自栽培稻與野生稻 *O. officinalis* 育成的導入系統，可能帶有已知的基因 (*Bph2*、*Bph12*(t)、*Bph15*) 外，也受到其他抗性基因的調控。將位在同一染色體上與褐飛蝨抗性有關的標誌視為單一染色體片段的作用，估算抗性系統 (RS ≤ 5) 可能帶有褐飛蝨抗性基因片段，12 對染色體中有 10 對染色體與褐飛蝨抗性有關。就單一系統而言，如圖 5 所示，最多帶有 9 對染色體上抗性有關的標誌 (9 個系統)，整體而言有 55 個系統帶有 3 對以上染色體上的褐飛蝨抗性有關的分子標誌，但也發現有 25 個抗性系統，並未帶有任染色體上所獲得褐飛蝨抗性有關的標誌，其中有 5 個系統抗性等級為 3.7，比對照品種 Mudgo 及 H105 具有更強的褐飛蝨抗性。顯示抗性系統中尚有許多未偵測出的褐飛蝨抗性連鎖的標誌。

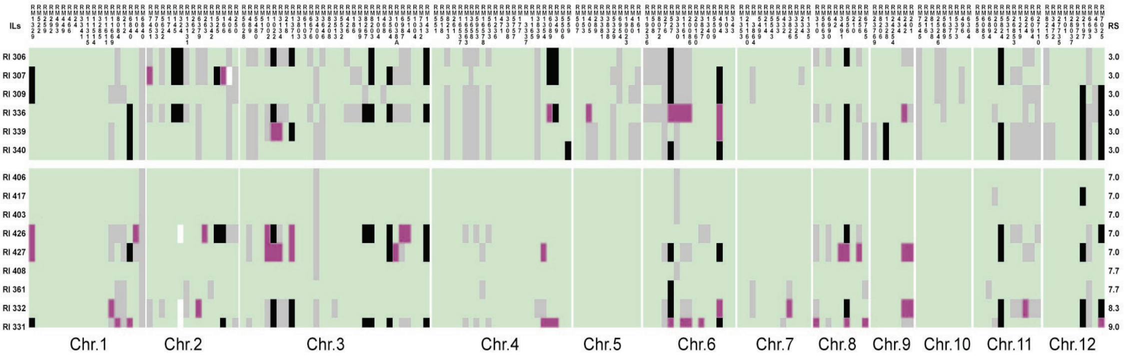

圖 4. 最抗及最不抗褐飛蝨之導入系統群以 172 對 SSR 篩選之結果。

Fig. 4. Distribution of 172 SSR on chromosomes of introgression lines of rice fromTNG67 × *O. officinalis* (IRGC acc. 100896) with the highest (Top) and the lowest (Bottom) score of BPH resistance. Light blue, black, and gray colors represent the homozygous allele of recurrent parents TNG67, donor parents *O. officinalis*, and non parents respectively. Pink represents the heterozygous allele of parents and white represents the allele of non parents' type.

表 2. 各導入系統對褐飛蝨之抗性及感性分群的差異性標誌篩選

Table 2. Testing introgression lines of rice for resistance to brown planthopper using different markers (BPH) from the best resistant and the least resistant introgression lines

			Number of lines		Mean of resistance score [v]		t-test
Marker	Chr.[z]	Position (Mb) [y]	1/1[x]	2/2[w]	1/1	2/2	for score
RM145	2	7.71	99	35	5.1	4.7	*
RM324	2	11.39	95	32	5.0	4.6	*
RM6379	2	23.57	92	42	5.1	4.7	**
RM406	2	35.24	103	28	5.1	4.5	**
RM5480	3	5.32	101	31	5.0	4.8	ns
RM3646	3	21.95	98	35	5.1	4.7	*
RM3839	4	23.87	81	49	5.1	4.6	***
RM6089	4	29.37	103	26	5.0	4.7	*
RM349	4	32.47	103	27	5.0	4.8	*
RM5329	5	20.01	96	31	5.1	4.7	*
RM6954	5	22.00	115	19	5.1	4.4	***
RM480	5	27.29	89	45	5.1	4.7	**
RM161	5	-[u]	95	39	5.2	4.5	***
RM19236	6	0.27	92	37	5.1	4.6	**
RM508	6	0.44	96	37	5.1	4.6	**
RM8072	6	1.41	93	35	5.1	4.6	**
RM1161	6	13.75	94	40	5.0	4.9	ns
RM3864	7	6.30	107	24	5.1	4.7	**
RM234	7	25.40	108	26	5.0	4.7	**
RM1328	9	9.00	83	51	5.2	4.6	***
RM7545	10	3.79	96	38	5.2	4.4	***
RM25246	10	10.31	95	36	5.1	4.6	**
RM5689	10	13.22	92	37	5.2	4.5	***
RM496	10	22.17	93	41	5.1	4.8	*
RM224	11	21.80	94	36	5.1	4.6	**
RM8215	12	1.59	99	35	5.1	4.5	***

[z] Chromosome number.
[y] The estimation of physical distance was based on the Nipponbare sequence.
[x] Homozygosis of recurrent parent Tainung 67.
[w] Homozygosis of *Oryza officinalis* (IRGC acc. 100896) or non parents.
[v] Resistance ≤ 5, Susceptible > 5.
[u] The Nipponbare sequence is not decided yet.
*,**,*** significantly at 5%, 1%, 0.1% respectively by t- test for means of resistance score.

討　論

稻屬除具有 AA 染色體組的栽培稻種 *Oryza sativa*、*O. glaberrima* 以及其近緣野生稻種外，還有多種不同類型染色體組野生稻種，這些野生稻種具有豐富的環境適應性及遺傳變

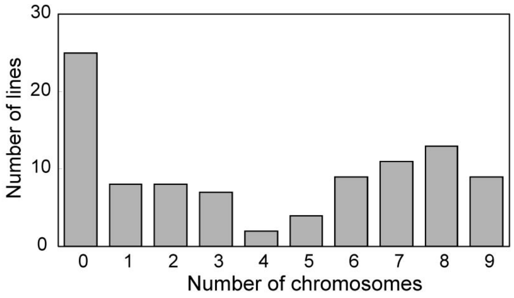

圖 5. 台農 67 號 × 野生稻 *O. officinalis* 之褐飛蝨抗性導入系統其抗性基因座落的染色體數。

Fig. 5. Number of rice chromosomes harboring the resistance marker from the BPH resistance lines in BC_2F_{19} introgression lines of TNG67 × *O. officinalis* (IRGC acc. 100896).

異性，已成為稻作品種改良的重要種原 (Brar & Ishii 1997)。其中多年生野生稻種 *O. officinalis* (CC 染色體組) 已被發現帶有許多抗褐飛蝨、白背飛蝨及白葉枯病等有利基因 (Brar *et al.* 2009)。尤其在褐飛蝨抗性的研究上，從 *O. officinalis* 的導入系統中定位出多個抗性基因，有位在第 3 對染色體上的 *bph11*、*Bph13* 及 *Bph14*，落在第 4 對染色體上的 *Bph12*、*Bph12*(t)、*Bph15* 以及第 11 對染色體上的 *Bph*6 (Huang *et al.* 2001; Jena *et al.* 2002; Renganayak *et al.* 2002; Hirabayashi *et al.* 2003)。

在褐飛蝨抗性基因的利用上，應用最早且最廣的抗性基因為位在第 12 對染色體上的 *Bph1* 及 *bph2* (Hirabayashi & Ogawa 1995; Murata *et al.* 1997; Murai *et al.* 2001)。其中源自於秈型地方品種 ASD7 褐飛蝨性基因，於秈稻背景下呈隱性基因表表現，但導入在稉稻背景下，則呈顯性 (*Bph2*) 的表現 (Murata *et al.* 1997)。Murai *et al.* (2001) 以 AFLP 定位 *bph2* 的位置，為增進兩抗性基因標誌的利用效率，Sharma *et al.* (2004) 進一步將 *Bph1* 及 *Bph2* 之 AFLP 分子標誌轉換成 PCR 進行的 CAPS 共顯性標誌 Em24G、KPM2。本試驗中則發現野生稻 *O. officinalis* 及其導入系統帶有位於第 12 對染色體上標誌 KPM2，顯示 *O. officinalis* 也可能帶有 *Bph2* 的基因。Sun *et al.* (2006) 也針對 ASD7 所定位到褐飛蝨抗性區域，再度利用目標位置的相應的 SSR 標誌，進行其後代抗性個體的篩選，結果兩標誌 RM7102、RM463 對 *bph2* 的褐飛蝨抗性能力分別達 89.9%、91.2%。參試材料中可能帶有 *Bph2* 的基因的導入系統，可進一步參考 Sun *et al.* (2006) 建立分析族群並增加 RM7102–RM463 區間附近多型性標誌密度，以確定 *O. officinalis* 是否帶有 *bph2* 有抗性標誌及探討分子標誌輔助選拔效率。

另外，位在第 12 對染色體上與褐飛蝨抗性有關基因，還有 Hirabayashi *et al.* (2003) 由 *O. officinalis* 而來之抗褐飛蝨導入系統 IR54742-1-11-17 與不具抗性的稉稻品種 Hinohikari 建立 94 個重組自交系，獲得的抗褐飛蝨 QTLs，其中定位出新的褐飛蝨抗性基因 *bph11* 及 *bph12*，位於第 3 及第 4 對染色體上，也在第 12 對染色體上發現與抗性有關的 QTL，但 LOD 值偏低。其餘在第 12 對染色體上的褐飛蝨抗性有關的基因，尚有來自野生稻 *O. australiensis* 的 *Bph10* (Ishii *et al.* 1994; Lang & Buu 2003)、*Bph18* (Jena *et al.* 2006) 以及來自秈稻的 *Bph9* (Murata *et al.* 2000)及 *bph2* (Sun *et al.* 2006)。試驗中在第 12 對染色體上有關的褐飛蝨抗性連鎖標誌除 *Bph2* 外，還有 RM8215 (1.59 Mbp)，但該位置則明顯與這些已知基因位在不同區間上。

隨著帶有 *Bph1* 及 *bph2* 抗性品種大面積推廣，褐飛蝨族群在環境壓力下，許多地區已發現新的有害生物小種，使得原有 *Bph1* 及 *bph2* 抗性受到瓦解，因而育種者不得不尋求新的抗性來源。Lakashminarayana & Khush (1977) 於南亞秈型傳統品種 Rathu Heenati 中發現與 *Bph1* 獨立分離的顯性基因 *Bph3*。Jairin *et al.*

(2007) 進一步將帶有 *Bph3* 的 PTB33 及 Rathu Heenati 定位在第 6 對染色體上的 RM589 (1.38 Mbp)–RM190 (1.76 Mbp) 之間，並收集不同地區褐飛蝨族群進行親本間的篩選，發現 *Bph3* 基因具有廣幅的抗褐飛蝨潛力。本試驗中位於第 6 對染色體與抗性有關的標誌則分布在 0.27–1.41 Mbp 之間，與 *Bph3* 之定位區域有部份重疊的現象，顯示 *O. officinalis* 的抗性也可能與 *Bph3* 有關。

目前在 *O. officinalis* 發現的抗性基因位置主要在第 3 對及第 4 對染色體上，就第 3 對染色體上已知抗性基因 (*Bph13*、*Bph14*) 其相鄰 SSR 連鎖標誌分析結果，基因型間與褐飛蝨抗性無顯著的相關性。但以褐飛蝨抗性進行分群分析，第 3 對染色體上仍可發現與褐飛蝨抗性有關的標誌 (MR3646)；而在第 4 對染色體上，除原有的 *Bph12*(t)及 *Bph15* 連鎖的標誌外，也有與褐飛蝨抗性有關的其他標誌，顯示參試的導入系統可能帶有這些原來在第 3 對及第 4 對染色體上發現的抗性基因。

在褐飛蝨抗性基因定位上，除第 1、5、8 對染色體外，在其他染色體上均發現褐飛蝨抗性相關的基因 (Brar *et al*. 2009)。試驗中利用分群分析之結果，也顯示第 1、8 對染色體上，沒有連鎖的褐飛蝨抗性標誌。但在第 5 對染色體上則有 3 個抗性連鎖的標誌，其他染色體 (2、6、7、9、10、11、12) 上也可發現與抗性相關的 SSR。綜合以往研究中，褐飛蝨抗性基因於染色體上的分布，發現在第 3 對染色體短臂及長臂、第 4 對染色體的短臂及第 12 對染色體的長臂上具有褐飛蝨抗性基因叢集 (clusters) 現象 (Jena & Kim 2010)。本試驗中於第 4 對染色體短臂上的抗性標誌 (4.43–13.05 Mbp) 則涵蓋已知叢集 (4.40–9.60 Mbp)；另一方面在第 3 對染色體上獲得的褐飛蝨抗性相關標誌 RM3646 (21.95Mb) 的位置並未落在前人預期的短臂 (5.18–8.40 Mbp) 或長臂 (35.43–35.70 Mbp) 叢集上，此外，第 12 對染色體上抗性標誌 (RM8215; 1.59 Mbp) 也未落在叢集上 (19.08–24.37 Mbp)。

由野生稻而來的導入系統，除具褐飛蝨抗性的主效基因作用外，同一系統上同時具有 2 個抗性基因，如 *O. officinalis* 的 IR54742-1-11-17 及 B5 分別有 *Bph11*、*Bph12*(t)及 *Bph14*、*Bph15*；在其他野生稻種 *O. australiensis* (*Bph10*、*Bph18*)、*O. minuta* (*Bph20*、*Bph21*) 的導入系統也有類似的現象 (Jena *et al*. 2006; Rahman *et al.* 2009)。由 *O. officinalis* 而來的 B5，其抗白背飛蝨的基因也與褐飛蝨抗性基因 *Bph14*、*Bph15* 的位置相同 (Tan *et al*. 2004a)，可能是基因多效性的表現。另外，抗性基因在褐飛蝨控制機制上，一般認為由多基因控制的抗蟲品種比由單基因控制的抗蟲品種表現出更強、更持久的抗性，如帶有 *bph2* 和 *Bph3* 基因的抗蟲品種 Ptb33 (Jairin *et al*. 2007)，或是同時帶有主效基因與微效基因的抗蟲品種 IR64 等 (Sidhu & Kush 1978; Alam & Cohen 1998)。試驗中的抗性系統在抗性表現上，若以 Mudgo 和 H105 分別所帶有 *Bph1* 及 *bph2* 基因之抗性等級相比較，可發現多數的抗性系統中其褐飛蝨抵抗性比兩抗性對照強。驗證於抗性系統所帶有抗性基因連鎖標誌的多寡，也發現單一個系統最多帶有分佈在 9 對染色體上抗性有關的標誌，且抗性系統 (96 個) 中超過一半以上 (55 個) 的系統帶有 3 個以上的基因，足以解釋抗性系統中比兩對照組抗性強。然而，也有約 1/4 (25 個) 系統不帶有任何試驗中所獲得與褐飛蝨抗性有關的已知或新增標誌。其原因可能是所用以篩選的標誌不過縝密，因而無法偵測出潛在褐飛蝨抗性相關的標誌；而導入系統是與輪迴親本回交 2 次後，再依褐飛蝨抗性及外表性狀可接受度的優劣進行汰選，因此帶有大部分輪迴親本的基因型，最高達 98.3% (*O. officinalis* 及非親本型的比例僅為 1.7%)，這些不帶抗性標誌

且具有抗性的系統，大都具有較高的輪迴親本基因型頻度，但 RI358 (91.3%)、RI389 (93.6%) 褐飛蝨抗性均為 3.7，卻未發現與抗性有關的分子標誌，其中 RI358 已再與良質米品種台農 71 號建立雜交組合，以便進一步探討 *O. officinalis* 褐飛蝨抗性之遺傳表現。

野生稻種在改良栽培稻的性狀上，除抗病蟲害的利用外，也有利用野生稻改良栽培稻數量性狀的應用，尤其在產量的應用上，有些學者認為於育種過程中，針對數量性狀進行選拔的結果，除可以導入野生稻的有利數量性狀外 (Cheema *et al.* 2008)，也發現具有高產的導入系統帶有較少的野生稻基因的導入片段 (Rangel *et al.* 2008)。證之於本試驗的結果，因為於選育過程中主要針對褐飛蝨抗性的選拔的結果，褐飛蝨抗性的系統反而帶有較多的野生稻基因導入及非親本型的片斷，間接證實野生稻 *O. officinalis* 而來的基因確實具有抗褐飛蝨的表現。

透過種間雜交及分子標誌的應用，使得褐飛蝨抗性的遺傳與育種上進展快速，然而褐飛蝨族群的變異性也不容忽視，以泰國為例，不但帶有 *Bph1*、*bph2* 推廣品種對其境內的褐飛蝨族群均不具有抗性外，帶有屬於廣幅抗性的 *Bph3* 品種也有受到危害的紀錄，*bph4*–*Bph9* 抗性種原對不同來源的褐飛蝨族群或多或少甚至完全不具有抗性的表現 (Jairin *et al.* 2007)，顯示不同來源的褐飛蝨族群之變異性足以對帶有單主效抗性基因 (single major gene) 的品種產生危害。另外，利用同一個野生稻系統所育成之導入系統，系統間對同一褐飛蝨的生物小種族群的抗性表現可能會有所不同，且同一系統也會因不同地區的褐飛蝨生物小種族群而有不同的抗性表現；如同一個系統於韓國可表現出抗性，但在印度對當地的褐飛蝨族群卻不具有抵抗性 (Santhanalakshmi & Kadirvel 2007)。此種現象說明同一種野生稻所獲得的抗性系統也可能具有不同的抗性基因，而同一抗性系統也會因褐飛蝨的生物小種族群的變化而出現不同程度的抗性，顯示在褐飛蝨育種上，除了稻種原收集利用的重要性外，褐飛蝨生物小種族群生態型的研究與確立，也有助於對抗性種原的評估與進一步利用。

試驗中用來檢定的褐飛蝨是在溫室內以 TNG67 及 TN1 飼養的族群，由檢定時抗性對照品種的表現，顯示兩對照品種仍對檢定用褐飛蝨具有中等程度之抗性，由於 Mudgo 和 H105 對褐飛蝨第一型生物小種均具有抗性，但 Mudgo 對第二型生物小種則不具抗性。Mudgo 在以往利用褐飛蝨第一型生物小種檢定之抗蟲等級多為 1–3 級，屬於高抗級，而 H105 則多為 3–5 級為中抗級，本檢定 Mudgo 之抗性為 5 級，顯示蟲源已受遷入蟲污染，可推斷目前檢定之褐飛蝨仍以第一型生物小種為主，且含有相當比例之第二型生物小種，證實試驗中育成之導入系統確實對褐飛蝨第一型生物小種具有抗性，且有 18 個系統的抗性高於兩對照品種，也可能帶有抵抗外來褐飛蝨蟲源之基因。國際上已在 *O. officinalis* 中所發現的抗性基因，也有抗多種褐飛蝨生物小種的表現 (Brar *et al.* 2009)。試驗材料目前僅能得知對第一型生物小種具有抗性，但就各系統對褐飛蝨抗性連鎖標誌的廣泛分布 (除第 1、8 對染色體外均可發現褐飛蝨性有關的標誌)，顯示 *O. officinalis* 具有豐富的褐飛蝨抗性遺傳變異，值得繼續深入探討對其他生物小種之抗性，藉以因應外來褐飛蝨族群之危害。

野生稻種中具有許多抗病蟲害的種原，為改良栽培稻重要的來源，如 *O. latifolia*、*O. minuta*、*O. nivara*、*O. officinalis*、*O. punctata* 及 *O. rufipogon* 均可發現對褐飛蝨抗性不同生物小種的抗性種原 (Heinrichs *et al.* 1985)，其中非 AA 染色體組野生稻種中 *O. officinalis* 已然成為栽培稻在抗蟲及抗病育種利用上的重要種原，因為染色體組成上的差異性，這些新導入的基因可

能都有別於栽培稻中發現的等位基因。但近 20 年針對 *O. officinalis* 種原的利用仍少，文獻研究上所利用的種原侷限在少數的 *O. officinalis* 系統上，如原產泰國的 IRGC. 100896，以及中國原產 *O. officinalis* 的少數系統，而在國際稻米研究所的張德慈遺傳資源中心，目前保有至少約 272 份的 *O. officinalis*。在中國在雲南、廣東、廣西及海南島仍有 *O. officinalis* 族群的分布，如何善用這些野生稻資源，將是擴大栽培稻遺傳變異的重要研究方向。

非 AA 染色體組之野生稻的有利基因之開發與利用，由於種間雜交親和性不佳，或雜種後代產生困難，雜交的成功率，因野生稻不同及栽培稻的差異而有不同程度上的差異 (Sitch *et al*. 1989)，通常需利用多次回交來消除種間的不親和性、染色體配對異常及分離異常等現象 (Li *et al*. 2009)。針對多次回交後再自交的系統進行標的基因的研究，McCouch *et al*. (2007) 認為以栽培品種做為輪迴親本，野生稻為貢獻親，建立多次回交的高級系統，使得定位族群的遺傳背景得到純化，提高 QTL 定位的精確度。而經多代回交的高級系統中，也可被選出具應用價值的新品系而被加以推廣利用。綜合本試驗的研究結果顯示，在 *O. officinalis* 的導入系統已獲得抗褐飛蝨系統，也發現這些系統中可能帶有多個已知或未知的抗性基因，這些具有與褐飛蝨抗性連鎖的分子標誌優良系統，除可進一步建立族群或育成近同源系，供探討野生稻有利性狀外，也可做為命名推廣之用。

誌 謝

本研究承蒙洪東旭先生於材料繁殖期間之協助管理調查，陳美伶小姐進行各項分子標誌之分析與判讀作業，謹致最深謝意。

引用文獻 (Literature cited)

Alam, S. N. and M. B. Cohen. 1998. Durability of brown planthopper, *Nilaparvata lugens*, resistance in rice variety IR64 in greenhouse selection studies. Entomol. Exp. Appl. 89:71–78.

Brar, D. S., P. S. Virk, K. K. Jena, and G. S. Khush. 2009. Breeding for resistance to planthoppers in rice. p.401–428. *in*: Planthoppers: New Threats to the Sustainability of Intensive Rice Production Systems in Asia (Heong, K. L. and B. Hardy, eds.) Int. Rice Res. Inst., Los Baños Philippines.

Brar, D. S. and G. S. Khush. 1997. Alien introgression in rice. Plant Mol. Biol. 35:35–47.

Chang, N. T. 1980. The comparison of different biotypes of brown planthopper and the reaction of several rice varieties. Taichung Dist. Agric. Stat. Res. Rept. 3:57–67.

Cheng, C. H. and W. L. Chang. 1979. Studies on varietal resistance to the brown planthopper in Taiwan. p.251–271. *in*: Brown Planthopper: Threat to Rice Production in Asia. Int. Rice Res. Inst., Los Baños, Philippines.

Cheng, C. H. and J. L. Lu. 1990. Detection of the trans-oceanic immigration of rice planthoppers, *Nilaparvata lugens* Stål and *Sogatella furcifera* Harváth to the southwestern Taiwan and their relative weather conditions. Chinese J. Entomol. 10:301–324. (in Chinese with English abstract)

Chelliah, S. and M. Bharathi. 1993. Biotypes of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (homoptera: Delphacidae) - host inxuenced biology and behavior. p.133–148. *in*: Chemical Ecology of Phytopathogous Insects. (Ananthakrishnan, T. N. and A. Raman. eds.) International Science Pub., New York.

Cheema, K. K., N. J. Bains, G. S. Mangat, A. Das, Y. Vikal, D. S. Brar, G. S. Kush, and K. Singh. 2008. Development of high yielding IR64 × *O. rufipogon* (Griff.) introgression lines and identification of introgressed aliens chromosome segments using SSR markers. Euphytica 160:401–409.

Fujita, D., K. K. M. Myint, M. Matsumura, and H. Yasui. 2009. The genetics of host-plant resistance to rice planthopper and leafhopper. p.389–399. *in*: Planthoppers: New Threats to the Sustainability of Intensive Rice Production Systems in Asia (Heong, K. L. and B. Hardy, eds.) Int. Rice Res. Inst., Los Baños, Philippines.

Heinrichs, E. A., F. G. Medrano, and H. R. Rapusas. 1985. Genetic Evaluation for Insect Resistance in Rice.

Int. Rice Res. Inst., Los Baños, Philippines. 356 pp.

Hirabayashi, H., R. Kaji, M. Okamoto, T. Ogawa, D. S. Brar, E. R. Angeles, and G. S. Khush. 2003. Mapping QTLs for brown planthopper (BPH) resistance introgressed from *Oryza officinalis* in rice. p.268–270. *in*: Advances in Rice Genetics. (Khush, G. S., D. S. Brar, and B. Hardy, eds.) Int. Rice Res. Inst., Los Baños, Philippines.

Hirabayashi, H., R. Kaji, T. Ogawa, D. S. Brar, E. R. Angeles, and G. S. Khush. 1997. Mapping of new introgression gene for brown planthopper (BPH) resistance from *O. officinalis* using RFLP markers in rice. p.401–402. *in* the Proceedings of the 8th SABRAO General Congress and the Annual Meeting of the Korean Breeding Society. Seoul, Korea.

Hirabayashi, H. and T. Ogawa. 1995. RFLP mapping of *Bph-1* (brown planthopper resistance gene) in rice. Breed. Sci. 45:369–371.

Huang, C. S., R. H. Buu, C. H. Cheng, and C. Lu. 1982. Breeding for resistance to brown planthopper in Keng (Japonica) rice. p.89–97. *in*: Plant Breeding. (Hsieh, S. C. and D. J. Liu, eds.) Agricultural Association of China and Regional Society of SAABRAO. Taipei. ROC.

Huang, Z., G. He, L. Shu, X. Li, and Q. Zhang. 2001. Identification and mapping of two brown planthopper resistance genes in rice. Theor. Appl. Genet. 102:929–934.

Huang, S. H., C. H. Cheng, C. N. Chen, W. J. Wu, and A. Otuka. 2010. Estimating the immigration source of rice planthoppers, *Nilaparvata lugens* (Stål) and *Sogatella furcifera* (Horváth) (Homoptera: Delphacidae), in Taiwan. Appl. Entomol. Zool. 45:521–531.

IRRI. 2002. Standard Evaluation System for Rice (SES). Int. Rice Res. Inst., Los Baños Philippines. 64 pp.

Ishii, T., D. S. Brar, D. S. Multani, and G. S. Khush. 1994. Molecular tagging of genes for brown planthopper resistance and earliness introgressed from *Oryza australiensis* into cultivated rice, *O.sativa*. Genome 37:217–221.

Jairin, J., K. Phengrat, S. Teangdeerith, A. Vanavichit, and T. Toojinda. 2007. Mapping of a broad-spectrum brown planthopper resistance gene, *Bph3*, on rice chromosome 6. Mol. Breed. 19:35–44.

Jena, K. K. and S. M. Kim. 2010. Current status of brown planthopper (BPH) resistance and genetics. Rice 3:161–171.

Jena, K. K., J. U. Jeung, J. H. Lee, H. C. Choi, and D. S. Brar. 2006. High-resolution mapping of a new brown planthopper (BPH) resistance gene, *Bph18(t)*, and marker-assisted selection for BPH resistance in rice (*Oryza sativa* L.). Theor. Appl. Genet. 112:288–297.

Jena, K. K., I. C. Pasalu, Y. K. Rao, Y. Varalaxmi, K. Krishnaiah, G. S. Khush, and G. Kochert. 2002. Molecular tagging of a gene for resistance to brown planthopper in rice (*Oryza sativa* L.). Euphytica 129:81–88.

Khush, G. S. 1977. Disease and insect resistance in rice. Adv. Agron. 29:265–341.

Lang, N. T. and C. B. Buu. 2003. Genetic and physical maps of gene *Bph-10* controlling brown planthopper resistance in rice (*Oryza sativa* L.). Omonrice 11:35–41.

Li, C. P., C. G. Chern, M. H. Lai, C. S. Tseng, T. H. Tseng, J. R. Chen, T. K. Hu, and H. M. Ku. 2009. Construction of introgression lines from wild rice (*Oryza australiensis* Domin) and assessment of yield-related traits. J. Taiwan. Agric. Res. 58:219–233. (in Chinese with English abstract)

Li, R. B., X. Y. Qin, S. M. Wei, M. P. Pandey, P. K. Pathak, F. G. Huang, Q. Li, and S. Y. Luo. 2001. Inheritance of resistance to brown planthopper in an *Oryza rufipogon* (Griff.) - derived line in rice. Current. Sci. 80:1421–1423.

Liu, G. Q., H. H. Yan, Q. Fu, Q. Qian, Z. T. Zhang, W. X. Zhai, and L. H. Zhu. 2001. Mapping of a new gene for brown planthopper resistance in cultivated rice introgressed from *Oryza eichingeri*. Chin. Sci. Bull. 46:1459–1462.

Lakashminarayana, A. and G. S. Khush. 1977. New genes for resistance to the brown planthopper in rice. Crop Sci. 17:96–100.

McCouch, S. R., L. Teytelman, Y. Xu, K. B. Lobos, K. Clare, M. Walton, B. Fu, R. Maghirang, Z. Li, Y. Xing, Q. Zhang, I. Kono, M. Yano, R. Fjellstrom, G. DeClerck, D. Schneider, S. Cartinhour, D. Ware, and L. Stein. 2002. Development and mapping of 2240 new SSR markers for rice *Oryza sativa* L. DNA Res. 9:199–207.

McCouch, S. R., M. Sweeney, J. Li, H. Jiang, M. Thomson, E. Septiningsih, J. Edwards, P. Moncada, J. Xiao, A. Garris, T. Tai, C. Martinez, J. Tohme, M.

Sugiono, A. McClung, L. P. Yuan, and A. N. Ahn. 2007. Through the genetic bottleneck: *O. rufipogon* as a source of trait-enhancing alleles for *O. sativa.* Euphytica 154:317–339.

McCouch, S. R., X. Chen, O. Panaud, S. Temnykh, Y. Xu, Y. G. Cho, N. Huang, T. Ishiii, and M. Blair. 1997. Microsatellite marker development, mapping and applications in rice genetics and breeding. Plant Mol. Biol. 35:89–99.

Murai, H., Z. Hashimoto, P. N. Sharma, T. Shimizu, K. Murata, S. Takumi, N. Mori, S. Kawasaki, and C. Nakamura. 2001. Construction of a high-resolution linkage map of a rice brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål) resistance gene *bph2*. Theor. Appl. Genet. 103:526–532.

Murata, K., C. Nakamura, M. Fujiwara, N. Mori, and C. Kaneda. 1997. Tagging and mapping of brown planthopper resistance genes in rice. p. 217–231. *In* the Proceedings of the 5th International Symposium on Rice Molecular Biology. Yi-Hsien Pub, Taipei, Taiwan.

Murata, K., M. Fujiwara, H. Murai, S. Takumi, N. Mori, and C. Nakamura. 2000. *Bph9*, a dominant brown planthopper resistance gene, is located on long arm of chromosome 12. Rice Genet. Newsl. 15:13.

Pathak, M. D., C. H. Cheng, and M. E. Furtono. 1969. Resistance to *Nephotettix* cincticeps and *Nilaparvata lugens* in varieties of rice. Nature 223:502–504.

Pathak, P. K. and E. A. Heinrichs. 1982. Selection of biotype population 2 and 3 of *Nilaparvata lugens* by exposure to resistant rice varieties. Environ. Entomol. 11:85–90.

Rahman, M. L., W. Jiang, S. H. Chu, Y. Qiao, T. H. Ham, M. O. Woo, J. Lee, M. S. Khanam, J. H. Chin, J. U. Jeung, D. S. Brar, K. K. Jena, and H. J. Koh. 2009. High-resolution mapping of two rice brown planthopper resistant genes, *Bph20*(t) and *Bph21*(t) from *Oryza minuta*. Theor. Appl. Genet. 119:1237–1246.

Rangel, P. N., R. P. V. Brondani, P. H. N. Rangel, and C. Brondani. 2008. Agronomic and molecular characterization of introgression lines from the interspecific cross *Oryza sativa* (BG90-2) × *Oryza glumaepatula* (RS-16). Genet. Mol. Res. 7:184–195.

Renganayaki, K., A. K. Fritz, S. Sadasivam, S. Pammi, S. E. Harington, S. R. McCouch, S. M. Kumar, and A. S. Reddy. 2002. Mapping and progress toward map - based cloning of brown planthopper biotype - 4 resistance gene introgressed from *Oryza officinalis* into cultivated rice. *O. sativa.* Crop Sci. 42:2112–2117.

Huang, C. H. 1987. Rice varieties in Taiwan 1930–1987. Council of Agriculture, Executive Yuan. Department of Agriculture & Forestry Taiwan Provincial Government. Food & Fertilizer Technology Center Asian and Pacific Council. Taipei, Republic of China. 339 pp. (in Chinese)

Santhanalakshmi, S. and P. Kadirvel. 2007. Reaction of introgression lines of rice to a BPH population from India. IRRN 32:23–24.

Sharma, P. N., A. Torii, S. Takumi, N. Mori, and C. Nakamura. 2004. Marker-assisted pyramiding of brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål) resistance genes *Bph1* and *Bph2* on rice chromosome 12. Hereditas 140:61–69.

Sidhu, G. S. and G. S. Khush. 1978. Genetic analysis of brown planthopper resistance in twenty varieties of rice, *Oryza stativa* L. Theor. Appl. Genet. 53: 199–203.

Sitch, L. A., R. D. Dalmacio, and G. O. Romero. 1989. Crossability of wild *Oryza* species and their potential use for improvement of cultivated rice. Rice Genet. Newsl. 6:58–60.

Sun, L., C. Wang, C. Su, Y. Liu, H. Zhai, and J. Wan. 2006. Mapping and marker-assisted selection of a brown planthopper resistance gene *bph2* in rice (*Oryza sativa* L.). Acta. Genet. Sin. 33:717–723.

Tan, G. X., Q. M. Weng, X. Ren, Z. Huang, L. L. Zhu, and G. C. He. 2004. Two whitebacked planthopper resistance genes in rice share the same loci with those for brown planthopper resistance. Heredity 92:212–217.

Tan, G. X., X. Ren, Q. M. Weng, Z. Y. Shi, L. L. Zhu, and G. C. He. 2004. Mapping of a new resistance gene to bacterial blight in rice line introgressed from *O. officinalis*. Yi Chuan Xue Bao 31:724–729.

Temnykh, S., W. D. Park, N. S. Ayres Catinhour, N. Hauck, L. Lipovich, Y. G. Cho, T. Ishii, and S. R. McCouch. 2000. Mapping and genome organization of microsatellite sequence in rice (*Oryza sativa* L). Theor. Appl. Genet. 100:697–712.

Wu, M. T., C. P. Li, J. R. Chen, S. H. Huang, and H. S. Ku. 2009. Mapping of brown planthopper resistance gene introgressed from *Oryza nivara* into

cultivated rice, *O. sativa*. p.56–65. *in*: International Symposium (2009) Rice Research in the Era of Global Warming. (Wu, M. T. and J. R. Chen, eds.) Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Taichung.

Yang, H., X. Ren, Q. Weng, L. Zhu, and G. He. 2002. Detection and analysis of QTL for resistance to brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål), in rice (*Oryza sativa* L.), using backcross inbred lines. Hereditas 136:39–43.

Yang, H., A. You, Z. Yang, F. Zhang, R. He, L. Zu, and G. He. 2004. High resolution genetic mapping at the *Bph15* locus for brown planthopper resistance in rice (*Oryza sativa* L.). Theor. Appl. Genet. 110:182–191.

Molecular Characterization of Introgression Lines from a Wild Rice, *Oryza officinalis*, with Resistance to Brown Planthopper [1]

Charng-Pei Li[2], Shou-Horng Huang[3], Jen-Ren Chen[4], Tung-Hi Tseng[2], Ming-Hsing Lai[2], and Hsin-Mei Ku[5,6]

Abstract

Li, C. P., S. H. Huang, J. R. Chen, T. H. Tseng, M. H. Lai, and H. M. Ku. 2011. Molecular characterization of introgression lines from a wild rice, *Oryza officinalis*, with resistance to brown planthopper. J. Taiwan Agric. Res. 60:263–278.

Brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens,* is one of the most destructive insect pests in rice. Species of wild rice are very important sources of germplasms for genetic improvement of cultivated rice for resistance to BPH. From the interspecific crossing of the cultivated rice variety Tainung 67 as the recurrent parent and the perennial wild rice *Oryza officinalis* (IRGC 100896) as the donor parent, 134 BC_2F_{19} introgression lines (ILs) were obtained and 96 of these ILs were resistant to BPH. Results of screening of 134 ILs using 172 SSR primers showed that the average genetic ratios of resistant ILs (Resistance Score, RS $\leq$ 5) and susceptible ILs (RS > 5) were 20.4% and 13.0% for *O. officinalis* and non-parental genotypes, respectively. Markers linked to BPH resistance were detected on 10 out of the 12 rice chromosomes except for chromosomes 1 and chromosome 8 in which BPH resistant markers were absent. There was a single IL harboring BPH resistant markers on as high as 9 chromosomes, whereas 25 resistant ILs showed no markers linked to BPH resistance Furthermore, KPM2, a marker co-segregating with *Bph2* gene, was also detected in the donor parent *O. officinalis* and 4 other ILs. The findings in this study suggest that all of the BPH resistant ILs and the information of their genetic background would be useful in further investigations of BPH resistant genes in the wild rice *O. officinalis* and in other rice breeding programs for improvement of resistance to BPH.

Key words: Wild rice, *Oryza officinalis*, Introgression lines, *Nilaparvata lugens,* Brown planthopper resistance, Simple sequence repeat (SSR).

---

1. Contribution No. 2593 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: October 21, 2011.
2. Respectively, Assistant Researcher, Associate Researcher, and Associate Researcher, Crop Science Division, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Assistant Researcher, Department of Plant Protection, Chiayi Agricultural Experiment Station TARI, Chiayi, Taiwan, ROC.
4. Assistant Researcher, Biotechnology Division, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.
5. Associate Professor, Department of Agronomy, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.
6. Corresponding author, hmku@email.nchu.edu.tw, Fax: (04)22877054.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 60(4):279–292 (2011)

2003 至 2008 年臺灣育成水稻品種 (系) 對稻熱病抗性之探討[1]

廖大經[2] 陳隆澤[2,3]

摘　要

廖大經、陳隆澤。2011。2003 至 2008 年臺灣育成水稻品種 (系) 對稻熱病抗性之探討。台灣農業研究 60:279–292。

稻熱病抗性檢定是水稻抗病育種的基礎工作，可做為育種材料篩選之依據，亦有助於擬定抗病育種新策略。本試驗自 2003 年至 2008 年於嘉義農業試驗分所及臺東關山兩處稻熱病統一檢定病圃，針對臺灣九個稻作改良場所提供之水稻品種 (系) 進行稻熱病抗性檢定。除 2007 年與 2008 年於臺東關山病圃外，對於葉稻熱病及穗稻熱病的抗性，概以秈稻比稉稻強。歷年參試的品種 (系) 中，稉稻之抗葉稻熱病的比例顯著地比抗穗稻熱病為高，且葉稻熱病與穗稻熱病的抗性間有顯著相關性；秈稻則無一致的表現。除 2005 年外，稉稻品種 (系) 以水田式病圃的抗病比例較高，罹病程度顯著以旱田式病圃較嚴重。而秈稻品種 (系) 在旱田式與水田式病圃之抗病比例並無明顯差異，罹病程度則同樣以旱田式病圃較為嚴重。稉稻與秈稻品種 (系) 在不同期作間之抗葉稻熱病比例均無顯著差異，兩期作之罹病級數間的差異，則以秈稻於第二期作較為嚴重。比較水稻在嘉義及台東關山病圃之抗病比例與罹病程度，稉稻均無一致反應；秈稻於臺東關山病圃的罹病程度較嚴重。在目前種植面積前 10 位之水稻品種中，當時命名推廣屬抗稻熱病品種者，抗葉稻熱病及穗稻熱病有 7 個，至 2008 年依然抗病者，抗葉稻熱病者有 3 個，抗穗稻熱病者僅餘 1 個，顯示抗病育種工作仍有加強的必要。

關鍵詞：水稻、稻熱病、稻熱病檢定圃。

前　言

稻熱病是由 *Pyricularia oryzae* Cavara 寄生所引起的水稻真菌性病害，是臺灣水稻主要流行病之一。稻熱病於每年的第一、第二期作均可能發生，尤其常發生於第一期作 (Chien 1991)，通常對於稻穀產量及品質造成嚴重的損失。有鑑於農業經營的永續發展，栽培抗病品種被認為是低成本、低公害的稻熱病防治方法，因此選育產量穩定及抗病性持久的抗稻熱病品種為國內外農業試驗場所的主要育種目標之一。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2506 號。接受日期：100 年 8 月 31 日。
2. 本所嘉義農業試驗分所農藝系助理研究員、研究員。台灣　嘉義市。
3. 通訊作者，電子郵件：chenlgce@dns.caes.gov.tw；傳真機：(05)2773630。

稻熱病抗性檢定是抗病育種的基礎工作，一方面可做為抗病育種材料篩選之依據，其歷年檢定資料的統計分析，亦有助於育種工作者瞭解病原、寄主與環境三者之間的變化及相關性，據此由宏觀的角度來擬定抗病育種新策略。本研究擬就 2003 年至 2008 年間臺灣九個稻作試驗改良場所提供之水稻品種 (系)，在嘉義農業試驗分所及臺東關山兩處檢定病圃的檢定結果進行分析，提供水稻抗病育種等相關人員參考。

材料與方法

供試水稻品種 (系)

參試品種 (系) 共 1161 個，由農業試驗所、嘉義農業試驗分所、與桃園、苗栗、臺中、臺南、高雄、花蓮及臺東區農業改良場等 9 個稻作改良場所於 2003–2008 年共 6 年間所提供，包括高級試驗品系、區域試驗品系及主要栽培推廣品種。

稻熱病檢定方法

稻熱病檢定病圃分為水田式及旱田式病圃兩種，水田式病圃於每年第一期作進行葉稻熱病及穗稻熱病抗性檢定；旱田式病圃則於每年第一、第二期作進行葉稻熱病抗性檢定。

水田式病圃：歷年之第一期作均於嘉義農業試驗分所及臺東區農業改良場關山設置病圃，兩處試驗田均採順序排列，重複二次，每品種 (系) 種植二行，行株距 25 cm × 20 cm，每行七欉，每欉 3–5 支苗，每隔兩個品種 (系) 種植一行感病品種 Lomello 及每行前後各植一欉 Lomello 做為感染源。另每隔 10 個品種 (系) 種植一行抗病品種臺農 70 號為對照品種。肥料偏施重肥以促進發病，施用量每公頃施用硫酸銨 320 kg，過磷酸鈣 54 kg，氯化鉀 60 kg。其他栽培管理方法依照一般慣行法實施，同時加強其他病蟲害之防治，以免影響檢定結果。

旱田式病圃：第一、第二期作均設置於嘉義農業試驗分所，試驗田採順序排列，重複 2 次，參試品種 (系) 條播種植一行，每行播種 5 g 種子，行長 50 cm，行距 10 cm，每隔 10 行種植二行感病品種 Lomello，同時中間夾播一行抗病品種臺農 70 號做為對照品種，周圍邊行則全數播種 Lomello 做為感染源。肥料施用量每公頃施用硫酸銨 240 kg，過磷酸鈣 36 kg，氯化鉀 48 kg。稻種發芽後，每天早晨與黃昏於葉面上各噴灑水霧數次，以維持葉面適當濕度促進發病。

稻熱病調查方法與標準

葉稻熱病：依據國際稻熱病圃 (International Rice Blast Nursery, IRBN) 調查方法及標準 (IRRI 2002)，以目測方式實施，於發病初期、中期及末期各調查一次。每品種 (系) 調查 10 株，計算其平均罹病級數。

穗稻熱病：同葉稻熱病，依據國際稻熱病圃調查方法及標準實施，於水稻抽穗後 30 天調查一次，調查被害穗數，一穗中有三枝梗以上罹病者視為被害穗，並計算其罹病率，計算公式如下，

$$罹病率 = \frac{被害穗數}{全穗數} \times 100\%$$

再計算品種 (系) 之平均罹病率，並依調查標準及反應判斷抗病性級數。

統計分析

為分析參試品種 (系) 之抗病與感病的分布，將極抗 (HR)、抗 (R) 及中抗 (MR) 合併為抗病，極感 (HS)、感 (S) 與中感 (MS) 合併為感病，此合併資料採用卡方測驗 (Chi-square test, χ^2 test) 來比較稉稻與秈稻對稻熱病之抗病比例差異；針對成對樣品資料，則以 McNemar test 比較水稻品種 (系) 葉稻熱病與穗稻熱病、水田與旱田式病圃、第一與第二期作以及不同地區之抗病反應；比較水田與旱田式病圃、第一與第二期作及不同地區之抗病級數則採用

Wilcoxon test。以上統計分析工作均使用 SAS/STAT 9.1 之 PROC FREQ (2004) 完成。

結　果

稉、秈稻品種 (系) 對稻熱病之抗病反應分析

2003 年至 2008 年在嘉義與臺東關山兩處水田式病圃同時檢定各試驗改良場所當年提供的品種（系），檢定結果列於表 1。對照品種臺農 70 號及 Lomello 之歷年抗病反應如表 2 所示：臺農 70 號對於葉稻熱病及穗稻熱病之抗病反應，除了 2008 年於臺東關山病圃之穗稻熱病為感病 (S) 之外，其餘年份在嘉義或臺東關山病圃均為抗病 (R) 或中抗 (MR)；Lomello 則均為感病 (S) 或中感 (MS)。在旱田式病圃，臺農 70 號在兩期作間抗病反應表現一致，均為抗病或中抗；Lomello 則為感病或極感。檢定稉、秈稻之抗性差異與年度間的交感效應，發現僅有臺東關山病圃對穗稻熱病之抗性差異與年度間有極顯著的交感效應 (表 3)。比較歷年稉稻與秈稻之參試品種（系）對於稻熱病的抗性表現，除了 2007 年及 2008 年於臺東關山病圃，稉稻對於穗稻熱病的抗性與秈稻比較無顯著差異外；其他年度，無論葉稻熱病或穗稻熱病，均以秈稻的抗性較強 (表 4)。

表 1. 2003 至 2008 年間供試品種（系）在嘉義與臺東關山水田式病圃之稻熱病檢定結果

Table 1. Evaluation of rice varieties/lines for resistance to leaf and particle blast in the paddy field nurseries at Chiayi and Kuanshan during 2003–2008

		Leaf blast						Panicle blast					
		Japonica rice			Indica rice			Japonica rice			Indica rice		
Nursery [z] location	Year	No. of entries tested	No. of resistant entries	% of resistant entries	No. of entries tested	No. of resistant entries	% of resistant entries	No. of entries tested	No. of resistant entries	% of resistant entries	No. of entries tested	No. of resistant entries	% of resistant entries
Chiayi	2003	151	116	76.8	32	31	96.9	151	75	49.7	32	31	96.9
	2004	168	112	66.7	27	26	96.3	168	76	45.2	27	25	92.6
	2005	173	106	61.3	27	26	96.3	173	95	57.9	27	26	96.3
	2006	171	77	45.0	29	28	96.6	171	59	34.5	29	27	93.1
	2007	167	71	42.5	28	27	96.4	167	62	37.1	28	26	92.9
	2008	160	100	62.5	28	26	92.9	160	58	36.3	28	19	67.9
	Total	990	582	58.8	171	164	95.9	990	425	42.9	171	154	90.1
Kuanshan	2003	151	88	58.3	32	29	90.6	151	18	11.9	32	25	78.1
	2004	168	128	76.2	27	26	96.3	168	116	69.0	27	26	96.3
	2005	173	113	65.3	27	26	96.3	173	116	67.1	27	26	96.3
	2006	171	74	43.3	29	28	96.6	171	22	12.9	29	18	62.1
	2007	167	64	38.3	28	24	85.7	167	50	30.0	28	10	35.7
	2008	160	90	56.3	28	23	82.1	160	20	12.5	28	7	25.0
	Total	990	557	56.3	171	156	91.2	990	342	34.5	171	112	65.5

[z] Disease nurseries: Paddy fields in Chiayi and Kuanshan.

表 2. 2003 至 2008 年間臺農 70 號與 Lomello 在嘉義與臺東關山病圃之抗病反應

Table 2. Resistance of rice varieties TNG70 and Lomello to leaf and panicle blasts in paddy and upland nurseries in Chiayi and the paddy nursery in Kuanshan during 2003–2008

		TNG 70				Lomello			
		Paddy nursery		Upland nursery		Paddy nursery		Upland nursery	
Location [z]	Year	Leaf blast	Panicle blast	1 st crop season	2 nd crop season	Leaf blast	Panicle blast	1 st crop season	2 nd crop season
Chiayi	2003	R [y]	R	MR	MR	HS	–	HS	HS
	2004	R	MR	R	R	S	HS	HS	HS
	2005	R	R	R	R	S	HS	HS	HS
	2006	MR	R	R	R	S	HS	HS	HS
	2007	R	R	R	R	HS	HS	HS	HS
	2008	R	R	MR	MR	S	HS	HS	HS
Kuanshan	2003	R	MR	–	–	HS	–	–	–
	2004	R	MR	–	–	S	HS	–	–
	2005	MR	MR	–	–	S	HS	–	–
	2006	R	MR	–	–	HS	HS	–	–
	2007	MR	MR	–	–	HS	HS	–	–
	2008	R	S	–	–	S	HS	–	–

[z] Chiayi has both paddy and upland nurseries, but Kuanshan has only paddy nursery.
[y] R: Resistant; MR: Moderately resistant; S: Susceptible; HS: Highly susceptible.

表 3. 在嘉義與臺東關山水田式病圃稉、秈稻品種（系）之稻熱病檢定資料與年度間交感效應分析

Table 3. Interaction between year and type of rice varieties/lines (Japonica or Indica) on resistance to leaf and panicle blasts in the paddy nurseries in Chiayi and Kuanshan

	Leaf blast		Panicle blast	
Sources of Variation	Degrees of freedom	χ^2	Degrees of freedom	χ^2
Chiayi nursery				
T [z]	1	87.0043	1	116.6937
Y × T [y]	5	6.0714	5	4.7003
Total	6	93.0757	6	121.3940
Kuanshan nursery				
T	1	75.0096	1	57.8892
Y × T	5	9.5841	5	63.2240**
Total	6	84.5937	6	121.1132

[z] T: rice type(Japonica and Indica).
[y] Y × T: interaction of year and rice type.
*, ** significant at 5% and 1% level, respectively.

表 4. 在嘉義與臺東關山水田式病圃粳、秈稻品種(系)之稻熱病抗性表現的比較

Table 4. Differences in resistance to leaf and panicle blasts between Japonica rice and Indica rice tested in the paddy nurseries in Chiayi and Kuanshan during 2003–2008

		No. of entries respond to leaf blast			No. of entries respond to panicle blast		
Year	Variety	Resistant	Susceptible	*P*-value of χ^2 test	Resistant	Susceptible	*P*-value of χ^2 test
Chiayi nursery							
2003	Japonica	116	35	0.0095	75	58	< 0.0001
	Indica	31	1		31	0	
2004	Japonica	112	56	0.0017	76	92	< 0.0001
	Indica	26	1		25	2	
2005	Japonica	106	66	0.0004	95	73	< 0.0001
	Indica	26	1		26	1	
2006	Japonica	77	94	< 0.0001	59	112	< 0.0001
	Indica	28	1		27	2	
2007	Japonica	71	95	< 0.0001	62	70	< 0.0001
	Indica	27	1		26	2	
2008	Japonica	100	60	0.0016	58	102	0.0020
	Indica	26	2		19	9	
Kuanshan nursery							
2003	Japonica	88	63	0.0005	18	122	< 0.0001
	Indica	29	3		25	6	
2004	Japonica	128	40	0.0173	116	52	0.0031
	Indica	26	1		26	1	
2005	Japonica	113	59	0.0013	116	56	0.0020
	Indica	26	1		26	1	
2006	Japonica	74	97	< 0.0001	22	149	< 0.0001
	Indica	24	4		18	11	
2007	Japonica	64	103	< 0.0001	50	117	0.5401
	Indica	24	4		10	18	
2008	Japonica	90	70	0.0098	20	140	0.0819
	Indica	23	5		7	21	

水稻品種（系）在水田式病圃對葉稻熱病與穗稻熱病之抗病反應分析

分析歷年水稻品種（系）在水田式病圃對於葉稻熱病及穗稻熱病的抗病反應如表 5。粳稻除 2005 年於臺東關山病圃之抗葉稻熱病與抗穗稻熱病的表現無顯著差異，其餘年份均呈顯著差異，並以葉稻熱病的抗病比例較高；秈稻在嘉義病圃除 2008 年外均無顯著差異，臺東關山病圃則於 2006 至 2008 年有顯著差異，同樣以抗葉稻熱病的比例較高。表 5 同時顯示在水田式病圃葉稻熱病及穗稻熱病之抗病反應的相關性，粳稻除 2005 年在臺東關山病圃外，對於兩者抗病反應間均有顯著相關性，秈稻則無一致的表現。

表 5. 水稻品種（系）對在嘉義與臺東關山水田式病圃葉稻熱病與穗稻熱病之反應的比較

Table 5. Campare Japonica rice and Indica rice for resistance to leaf blast and panicle blast in the disease nusrseries of Chiyi and Kuanshan, 2003–2008

Year	Leaf blast	No. of entries in Japonica rice			No. of entries in Indica rice		
		Panicle blast		*P*-value [z]	Panicle blast		*P*-value
		Resistant	Susceptible		Resistant	Susceptible	
Chiayi nursery							
2003	Resistant	75	41	< 0.0001	31	0	–
	Susceptible	0	17		0	0	
2004	Resistant	75	37	< 0.0001	25	1	0.3173
	Susceptible	1	55		0	1	
2005	Resistant	94	12	0.0023	26	0	–
	Susceptible	1	61		0	1	
2006	Resistant	59	18	< 0.0001	27	1	0.3173
	Susceptible	0	94		0	1	
2007	Resistant	61	10	0.0067	26	1	0.3173
	Susceptible	1	60		0	1	
2008	Resistant	58	42	< 0.0001	19	7	0.0082
	Susceptible	0	60		0	2	
Kuanshan nursery							
2003	Resistant	16	72	< 0.0001	24	5	0.1025
	Susceptible	2	50		1	1	
2004	Resistant	115	13	0.0013	26	0	–
	Susceptible	1	39		0	1	
2005	Resistant	85	28	0.6961	26	0	–
	Susceptible	31	28		0	1	
2006	Resistant	21	53	< 0.0001	18	10	0.0016
	Susceptible	1	96		0	1	
2007	Resistant	43	21	0.0082	10	14	0.0002
	Susceptible	7	96		0	4	
2008	Resistant	20	70	< 0.0001	7	16	< 0.0001
	Susceptible	0	70		0	5	

水稻品種（系）在水田式及旱田式病圃對葉稻熱病之抗病反應分析

2003 年至 2008 年在嘉義旱田式病圃檢定的結果如表 6 所示。比較歷年水稻在水田式及旱田式病圃對於葉稻熱病的抗性表現，稉稻除了在 2005 年未達顯著差異外，其餘年份均有顯著差異；但是秈稻在兩種病圃的抗性反應則無顯著差異 (表 7)。比較歷年水田及旱田式病圃抗病級數，除了稉稻在 2005 年以及秈稻在 2008 年抗病級數無顯著差異外，其餘年份均有顯著差異，且以旱田式病圃的罹病程度較嚴重 (表 8)。

水稻品種（系）對葉稻熱病之期作抗病反應分析

旱田式病圃於每年第一、二期作均進行葉稻熱病抗性檢定，可藉此探討水稻品種（系）對於葉稻熱病之期作性反應。分析年度與期作間是否有交感效應，結果顯示稉稻之交感效應極為顯著，秈稻則未達顯著水準 (表 9)。比較不同期作對於葉稻熱病抗病比例的差異，稉稻於無一致的表現；秈稻僅於 2003 年有顯著差異，其餘年份均無顯著差異 (表 10)。詳細比較

表 6. 2003 年至 2008 年間嘉義旱田式病圃抗葉稻熱病檢定結果

Table 6. Resistance of rice varieties/lines to leaf blast in the upland nursery in Chiayi, 2003–2008

	1[st] crop season						2[nd] crop season					
	Japonica rice			Indica rice			Japonica rice			Indica rice		
Year	No. of entries tested	No. of resistant entries	% of resistant entries	No. of entries tested	No. of resistant entries	% of resistant entries	No. of entries tested	No. of resistant entries	% of resistant entries	No. of entries tested	No. of resistant entries	% of resistant entries
2003	151	55	36.4	32	31	96.9	151	100	66.2	32	16	50.0
2004	167	89	53.3	28	27	96.4	167	88	52.7	28	27	96.4
2005	172	107	62.6	28	27	96.4	172	71	41.5	28	27	96.4
2006	171	54	31.6	29	28	96.6	171	73	42.7	29	28	96.6
2007	167	62	37.4	28	27	96.4	167	64	38.6	28	27	96.4
2008	160	61	38.1	28	24	85.7	160	74	46.3	28	23	82.1
Total	988	428	43.3	173	164	94.8	988	470	47.6	173	148	85.6

表 7. 水稻品種 (系) 於嘉義水田式及旱田式病圃葉稻熱病抗病性表現的比較

Table 7. Compare rice varieties/lines for differences in resistance to leaf blast between the paddy nursery and the upland nursery in Chiayi, 2003–2008

		No. of entries in Japonica rice			No. of entries in Indica rice		
		Paddy nursery			Paddy nursery		
Year	Upland nursery	Resistant	Susceptible	*P*-value[z]	Resistant	Susceptible	*P*-value
2003	Resistant	55	0	< 0.0001	31	0	–
	Susceptible	61	35		0	1	
2004	Resistant	79	11	0.0009	26	0	–
	Susceptible	33	45		0	1	
2005	Resistant	96	12	0.6698	26	0	–
	Susceptible	10	54		0	1	
2006	Resistant	53	1	< 0.0001	28	0	–
	Susceptible	24	93		0	1	
2007	Resistant	62	0	0.0027	27	0	–
	Susceptible	9	95		0	1	
2008	Resistant	60	1	< 0.0001	24	0	0.1573
	Susceptible	40	59		2	2	

[z] The proportion of resistance to leaf blast between the paddy nursery and the upland nursery was analyzed by McNemar test.

表 8. 水稻品種（系）於嘉義水田式及旱田式病圃葉稻熱病抗病級數之比較

Table 8. Differences in score of resistance to leaf blast in Japonica rice and Indica rice tested in the paddy and upland nurseries in Chiayi, 2003–2008

	Japonica rice			Indica rice		
Year	Paddy [z]	Upland [z]	*P*-value of Wilcoxon test	Paddy [z]	Upland [z]	*P*-value of Wilcoxon test
2003	4 (1) [y]	6 (5)	< .0001	2 (1) [y]	4 (1)	< .0001
2004	4 (5)	5 (5)	0.0003	1.5 (1)	3 (2)	< .0001
2005	4 (5)	5 (7)	0.0652	2 (0)	2 (2)	0.0085
2006	6 (3)	9 (5)	< .0001	2 (0)	4 (1)	< .0001
2007	7 (4)	8.5 (5)	0.0001	1 (1)	3 (1.5)	< .0001
2008	5 (2)	8 (5)	< .0001	4 (2)	4 (1.5)	0.0652

[z] Numbers are disease indices 1–9; 1 = Resistant and 9 = Highly susceptible (IRRI, 2002).
[y] Data are disease indices: median, number in bracket is interquartile range.

表 9. 水稻品種（系）於嘉義旱田式病圃之葉稻熱病抗病性年度與期作間交感效應分析

Table 9. Interaction between year and crop-season on resistance of rice varieties/lines to leaf blast in the upland nursery in Chiayi

Source of variation	Japonica rice		Indica rice	
	Degrees of freedom	χ^2	Degrees of freedom	χ^2
C [z]	1	3.606	1	8.350
Y × C [y]	5	45.083**	5	9.808
Total	6	48.689	6	18.158

[z] C: Crop season.
[y] Y × C: interaction of year and crop season.
*, ** significant at 5% and 1% level, respectively.

表 10. 水稻品種（系）於嘉義旱田式病圃之第一與第二期作葉稻熱病抗病性表現比較

Table 10. Comparison of rice varieties/lines for resistances to leaf blast between first and second crop seasons of 2003–2008 in the upland nursery in Chiayi

		No. of entries in Japonica rice			No. of entries in Indica rice		
		2nd crop season			2nd crop season		
Year	1st crop season	Resistant	Susceptible	*P*-value [z]	Resistant	Susceptible	*P*-value
2003	Resistant	54	1	< 0.0001	16	15	0.0001
	Susceptible	46	50		0	1	
2004	Resistant	78	12	0.8348	26	0	–
	Susceptible	11	67		0	1	
2005	Resistant	68	40	< 0.0001	26	0	–
	Susceptible	4	60		0	1	
2006	Resistant	54	0	< 0.0001	28	0	–
	Susceptible	19	98		0	1	
2007	Resistant	60	2	0.4142	27	0	–
	Susceptible	4	100		0	1	
2008	Resistant	60	1	0.0008	23	1	0.3173
	Susceptible	14	85		0	4	

[z] The proportion of resistance to leaf blast between first and second crop seasons was analyzed by McNemar test.

歷年第一及第二期作抗病級數大小差異後，發現稉稻無一致的趨勢；秈稻除 2006 及 2008 年無顯著差異外，其餘年份均有顯著差異，並以第二期作之罹病程度較為嚴重 (表 11)。

水稻品種（系）在不同地區之抗病反應分析

比較歷年水稻品種 (系) 在嘉義及臺東關山病圃之稻熱病抗性表現差異，結果顯示稉稻在不同地區對於葉稻熱病之抗病比例差異顯著性無一致表現；對於穗稻熱病之抗病比例則有顯著差異，惟差異大小亦不一致。秈稻在不同地區對於葉稻熱病之抗病比例均無顯著差異；對於穗稻熱病抗病比例差異，歷年無一致的表現 (表 12)。比較不同地區之稻熱病抗病級數的差異，稉稻於年度間無一致反應。秈稻除了 2005 年穗稻熱病抗病級數無顯著差異，其餘年份於葉稻熱病及穗稻熱病之不同地區抗病級數均有顯著差異，且以臺東關山病圃的罹病程度較為嚴重 (表 13)。

目前水稻主要栽培品種對稻熱病之反應

目前栽培面積最廣的 10 大品種中，在命名推廣當時抗葉稻熱病的品種有 7 個，抗穗稻熱病的品種亦有 7 個，而至 2008 年抗葉稻熱病之品種減少為 3 個，抗穗稻熱病品種僅餘 1 個，顯示田間稻熱病菌生理小種的持續變異，及加強抗病育種工作的必要性 (表 14)。

討　　論

在稻熱病菌的傳染周期中，氣象條件是一個相當重要的影響因素。據研究指出，當氣溫 28℃、相對濕度 93%時其分生孢子產生的數量可達最高 (Hemmi & Imura 1939; Kato & Sasaki 1974)，而相對濕度接近飽和時最有利於分生孢子逸散 (Leach 1980)。葉稻熱病於自然環境下以 26–28℃發病情況最為嚴重，穗稻熱病則以抽穗時期低溫較易發病。歸納前人研究結果，可知適於稻熱病發病的氣象條件為氣溫 14–30℃，而以 25–28℃且濕度高 (大於 90%) 為最適宜發病 (Chien 1975)。2003 年至 2008 年於嘉義之稻熱病發生期間 (3 月至 6 月) 的平均溫度/相對濕度範圍在 14.39–31.23℃/70.90–91.35%之間，同時間於臺東之平均溫度/相對濕度範圍則在 14.90–27.50℃/63.00–93.10%，均適於稻熱病之發生。而 2003 年至 2008 年兩病圃之抗葉稻熱病比例，其中稉稻除 2006 年與 2007 年以外均達 55%以上，秈稻更高達 80%以上 (表 1)，顯示各試驗場所育成之水稻品種 (系) 在適於發病的氣象條件下，對於葉稻熱病已有

表 11. 水稻品種 (系) 在嘉義旱田式病圃第一及第二期作葉稻熱病抗病級數之比較

Table 11. Difference between first and second crop seasons in scores of resistance to leaf blast of rice tested during 2003–2008 in the upland nursery in Chiayi

	Japonica rice			Indica rice		
Year	1st crop season [z]	2nd crop season	*P*-value of Wilcoxon test	1st crop season	2nd crop season	*P*-value of Wilcoxon test
2003	6 (5) [z,y]	4 (3)	0.0001	4 (1)	5.5 (2)	0.0054
2004	5 (5)	5 (5)	0.8287	3 (2)	4 (0)	0.0131
2005	5 (7)	8 (5)	0.0264	2 (2)	4 (0.5)	0.0442
2006	9 (5)	7 (5)	0.0069	4 (1)	4 (0)	0.4200
2007	8.5 (5)	9 (5)	0.6729	3 (1.5)	4 (0)	0.0003
2008	8 (5)	6 (5)	0.0038	4 (1.5)	4 (1.5)	0.9929

[z] Numbers are disease indices 1–9; 1 = Resistant and 9 = Highly susceptible (IRRI, 2002).

表 12. 水稻品種 (系) 在嘉義與臺東關山病圃稻熱病抗病性表現之比較

Table 12. Performance of rice varieties/lines in resistance to leaf and panicle blasts under different nursuries in Chiayi and Kuanshan, 2003–2008

		No. of entries in Japonica rice			No. of entries in Indica rice		
		Kuanshan nursery			Kuanshan nursery		
Year	Chiayi nursery	Resistant	Susceptible	*P*-value [z]	Resistant	Susceptible	*P*-value
Leaf blast							
2003	Resistant	87	29	< 0.0001	29	2	0.1573
	Susceptible	1	34		0	1	
2004	Resistant	107	5	0.0017	26	0	–
	Susceptible	21	35		0	1	
2005	Resistant	96	10	0.1779	26	0	–
	Susceptible	17	49		0	1	
2006	Resistant	64	13	0.5316	24	3	0.0833
	Susceptible	10	84		0	1	
2007	Resistant	63	8	0.0196	24	3	0.0833
	Susceptible	1	94		0	1	
2008	Resistant	86	14	0.0184	22	4	0.1797
	Susceptible	4	56		1	1	
Panicle blast							
2003	Resistant	15	60	< 0.0001	25	6	–
	Susceptible	3	52		0	0	
2004	Resistant	70	6	< 0.0001	25	0	0.3173
	Susceptible	46	46		1	1	
2005	Resistant	77	18	0.0054	26	0	–
	Susceptible	39	34		0	1	
2006	Resistant	16	43	< 0.0001	19	9	0.0027
	Susceptible	6	106		0	2	
2007	Resistant	40	22	0.0053	9	17	0.0002
	Susceptible	7	63		1	1	
2008	Resistant	14	44	< 0.0001	5	14	0.0027
	Susceptible	6	96		2	7	

[z] The proportion of resistance to leaf blast and panicle blast between Chiayi nursery and Kuanshan nursery was analyzed by McNemar test.

相當程度的抗性。惟探討 2006 年與 2007 年抗病比例偏低之原因，發現嘉義地區 2006 年 3 月下旬至 4 月上旬之平均氣溫由 20.05℃驟然上升至 25.18℃；2007 年 3 月下旬至 4 月上旬之平均氣溫則由 23.25℃驟然下降至 19.02℃，臺東地區亦有類似的變化趨勢。這段時間正是葉稻熱病發病的關鍵時期，此時氣溫忽冷忽熱可能導致水稻植株的抵抗性較差，進而造成抗病比例偏低 (Chien 1975)。

秈稻抗病性較稉稻強的現象已見於先前報

表 13. 水稻品種（系）在嘉義與臺東關山病圃抗病級數之比較

Table 13. Performance of rice varieties/lines in resistance to leaf and panicle blasts under different nursuries in Chiayi and Kuanshan, 2003–2008

Year	Japonica rice					
	Leaf blast			Panicle blast		
	Chiayi	Kuanshan	*P*-value of Wilcoxon test	Chiayi	Kuanshan	*P*-value of Wilcoxon test
2003	4 (1) [z,y]	5 (3)	< .0001	3 (2) [y]	5 (2)	< .0001
2004	4 (5)	4 (2)	0.4423	5 (6)	3 (2)	0.0005
2005	4 (5)	5 (2)	0.0123	3 (6)	3 (2)	0.2953
2006	6 (3)	6 (4)	0.0671	5 (6)	7 (4)	0.0070
2007	7 (4)	6 (4)	0.4098	5 (6)	5 (6)	0.1639
2008	5 (2)	5 (4)	0.0941	6 (6)	7 (4)	0.0023
	Indica rice					
2003	2 (1)	4 (0.5)	< .0001	1 (0)	3 (4)	< .0001
2004	1.5 (1)	3 (0)	< .0001	1 (1)	3 (0)	< .0001
2005	2 (0)	4 (1)	< .0001	1 (0)	1 (0)	0.1023
2006	2 (0)	4 (1)	< .0001	1 (0)	3 (2)	< .0001
2007	1 (1)	4 (1)	< .0001	1 (0)	5 (2)	< .0001
2008	4 (2)	4 (1)	0.0004	1 (4)	5 (3)	0.0021

[z] Numbers are disease indices 1-9; 1 = Resistant and 9 = Highly susceptible (IRRI, 2002).
[y] Data are disease indices: median, number in bracket is interquartile range.

表 14. 水稻主要栽培品種對稻熱病之抗性反應

Table 14. Comparison of the top ten commercial varieties of rice in Taiwan for risistance to leaf and panicle blasts

Variety	Type	Planting area		Year released	Leaf blast		Panicle blast	
		ha	%		Year released	2008	Year released	2008
Tainan 11	Japonica	116,833	53.7	2004	R [z]	S	MR	HS
Taikeng 14	Japonica	21,810	10.0	1996	MR	MR	R	MS
Taikeng 16	Japonica	14,841	6.8	1996	R	S	MR	HS
Taikeng 8	Japonica	12,530	5.8	1992	R	MR	HR	S
Taichung sen 10	Indiica	9,163	4.2	1979	MR	R	MR	R
Taikeng 9	Japonica	8,091	3.7	1993	MS	S	MS	HS
Taikeng 2	Japonica	6,995	3.2	1989	HS	MS	MS	S
Kaohsiung 139	Japonica	6,260	2.9	1975	MR	S	R	S
Taichung 192	Japonica	5,379	2.5	2007	HS	MR	HS	MS
Taikeng 4	Japonica	4,503	2.1	1990	MR	MS	MR	HS
Total		206,405	94.9					

[z] R: resistant; MR: moderately resistant; MS: moderately susceptible; S: susceptible, and HS: highly susceptible.

告 (Chen 1990; Chen *et al.* 2004)，於本研究亦顯示有類似的結果。此一現象可能與臺灣水稻栽培長期以稉稻為主，致不同地區稻熱病菌生理小種已對稉稻栽培品種產生變異與適應有關。嘉義與臺東關山病圃水稻品種 (系) 抗病級數的差異並無一致反應，此與先前研究報告嘉義病圃之葉稻熱病較為嚴重，而穗稻熱病以關山病圃為嚴重的結論似有不同 (Chen 1990)。不同病圃間的發病程度，除了受生理小種分布不同的影響之外，也與水稻生育時期的氣象條件與地理環境有關。

穗稻熱病的發病率一般大於葉稻熱病，本研究資料顯示稉稻於嘉義及關山兩病圃歷年抗穗稻熱病品種 (系) 數量僅佔參試品種 (系) 之 42.8%與 34.4%，低於抗葉稻熱病所佔比例之 58.7%與 56.2%。其中 2008 年關山病圃檢定稉稻抗穗稻熱病所佔比例更僅有 12.5%，秈稻亦只有 25.0%的抗病比例，比較同時同地之抗葉稻熱病比例則無特殊偏低現象；同年度嘉義病圃稉稻與秈稻抗穗稻熱病比例亦較其他年度為低。目前各試驗場所提供之水稻品種 (系) 均具一定程度之抗病性，同一地區稻熱病菌族群組成於一年之中大幅變異的可能性也不大，因此氣象條件的改變可能是影響抗病比例偏低的主要因素。2008 年 5 月中旬嘉義與臺東地區的平均氣溫為 24.1℃與 22.1℃，均低於歷年平均溫度之 25.5℃及 26.0℃ (中央氣象局 1971–2000 年平均資料)，也是 2003–2008 年間同時期之最低平均氣溫，在低溫環境下有利於穗稻熱病之發生。本研究發現在嘉義病圃稉稻有 17.2%、秈稻有 5.8%；臺東關山病圃稉稻及秈稻更有 26.3%與 26.2%之比例的水稻品種 (系) 無法藉由葉稻熱病的抗性反應預測穗稻熱病反應，由於穗稻熱病影響稻作產量甚鉅，因此不論葉稻熱病與穗稻熱病相關性是否顯著，依然有檢定穗稻熱病的必要。

旱田式病圃除了可避免如水田式病圃因氣候環境影響造成不完全發病或發病程度不一的缺點外，其試驗方法亦較為簡便，又可增加單位面積內栽培個體數量，提高檢定的效率 (Yang 1967)。本研究顯示旱田式病圃的檢定結果大致可代表水田式病圃之反應，且對於罹病品種 (系) 的篩選亦較為嚴格，但同時也存在有誤將中抗品種 (系) 淘汰的疑慮。

目前對於水稻抗稻熱病品種 (系) 的檢定多在第一期作進行，然而根據本研究對於稻熱病的期作性反應分析顯示，以秈稻有期作性反應且以第二期作較易感病，稉稻則無明顯反應。若僅以第一期作之抗病反應檢定結果做為篩選依據，則可能因避病現象而造成誤判。

誌 謝

本試驗承行政院農業委員會補助部分經費，臺東關山病圃檢定資料及嘉義病圃氣象資料承臺東區農業改良場及嘉義農業試驗分所利幸貞小姐提供，試驗調查工作承廖偉盛及羅俊欽先生協助，特此誌謝。

引用文獻 (Literature cited)

Chen, L. C. 1990. Reaction of rice varieties and selections to blast in the uniform blast nurseries. Jour. Agri. Res. China 39:303–314. (in Chinese with English abstract)

Chen, L. C., Y. S. Chen, and Y. H. Cheng. 2004. Test of rice varieties and strains resistant to rice blast in blast nurseries during 1990–2002. Jour. Agric. Res. China 53:269–283. (in Chinese with English abstract)

Chien, C. C. 1975. A survey on the prevalence of panicle blast of the long grain *Indica* type rice, with special emphasis on the physiological races of blast fungus. Jour. Agric. Res. China 24:23–31. (in Chinese with English abstract)

Chien, C. C. 1991. Review and future prospects of research on rice diseases in Taiwan. Proceedings of symposium on rice diseases. TARI Special Publication No. 32:1–14. (in Chinese with English abstract)

Hemmi, T. and J. Imura. 1939. On the relation of airhumidity to conidial formation in the rice blast fungus, *Pyricularia oryzae*, and the characteristics in the germination of conidia produced by the strains showing different pathogenicity. Ann. Phytopath. Soc. Japan 9:147–156. (in Japanese with English abstract)

International Rice Research Institute. 2002. Standard Evaluation System for Rice. Philippines. 56 pp.

Kato, H. and T. Sasaki. 1974. Epidemiological studies of rice blast disease, with special reference to reproductive process in lesions on rice plants and disease forecast. Bull. Natl. Inst. Agric. Sci. Ser. C 28:1–61. (in Japanese with English abstract)

Leach, C. M. 1980. Influence of humidity, red-infrared radiation, and vibration on spore discharge by *Pyricularia oryzae*. Phytopathology 70:201–205.

Yang, S. C. 1967. The use of non-irrigated nursery for breeding blast resistance of rice. Jour. Agric. Res. China 16:1–7. (in Chinese with English abstract)

Field Evaluation of Rice Varieties and Lines from Taiwan for Resistance to Leaf and Panicle Blasts caused by *Magnaporthe grisea* during 2003–2008[1]

Dah-Jing Liao[2] and Lung-Che Chen[3,4]

Abstract

Liao, D. J. and L. C. Chen 2011. Field evaluation of rice varieties and lines from Taiwan for resistance to leaf and panicle blasts caused by *Magnaporthe grisea* during 2003–2008. J. Taiwan Agric. Res. 60:279–292.

Breeding rice (*Oryza sativa*) for resistance to blast disease caused by *Magnaporthe grisea* (synonym *Pyricularia oryzae*) is an important strategy for control of this disease in Taiwan. Field trials were conducted in disease nurseries (one paddy field and one upland field in Chiayi and one paddy field in Kuanshan) in Taiwan, during 2003–2008 to screen 1161 varieties and lines of rice collected from nine research institutes and extension stations in Taiwan for resistance to leaf blast and/or panicle blast. Results showed that, among Japonica rice tested, the number of varieties/lines with resistance to leaf blast was higher than the number with resistance to panicle blast. Also, the number of Japonica rice varieties/lines with resistance to leaf blast in the paddy nursery in Chiayi was significantly ($P < 0.05$) higher than that in the upland nursery in Kuanshan. Thus, Japonica rice varieties/lines were more susceptible to blast diseases in the upland nursery than in the paddy nursery. For Indica rice varieties/lines, rice blast was more severe in the upland nursery in Kuanshan, compared to the results of the tests in the paddy nursery in Chiayi. Also, Indica rice varieties/lines were more susceptible to blast diseases in the second crop season than in the first crop season. In contrast, the disease severity indices for leaf blast and panicle blast in Japonica rice were not different significantly ($P > 0.05$) between the two crop seasons of each year. Among the top ten commercial rice varieties in Taiwan, seven were resistant to both leaf and panicle blasts at the time of their release for cultivation; however, there were only three varieties with resistance to leaf blast and one variety with resistance to panicle blast in the tests in 2008. This indicates that the resistance in some varieties may have broken down and whether the loss of resistance in a rice variety is due to presence of new race(s) of *M. grisea* remains unknown and thus, warrants further investigations.

Key words: Rice, *Oryza sativa,* Blast, *Magnaporthe grisea, Pyricularia oryzae*, Disease nursery.

---

1. Contribution No. 2556 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: August 31, 2011.
2. Assistant Researcher and Senior Researcher, Agronomy Department, Chiayi Agricultural Experiment Branch, TARI, Chiayi, Taiwan, ROC.
3. Corresponding author, e-mail: chenlgce@dns.caes.gov.tw; Fax: (05)2773630.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 60(4):293–299 (2011)

生長素與通氣處理對仙草組織培養苗增殖與生育之影響[1]

羅淑卿[2] 蔡新聲[3,4]

摘　要

羅淑卿、蔡新聲。2011。生長素與通氣處理對仙草組織培養苗增殖與生育之影響。台灣農業研究 60:293–299。

本研究探討不同生長激素 [NAA (α-naphthaleneacetic acid)、IAA (indole-3-acetic acid) 及 IBA (indole-3-butyric acid)] 及透氣處理對仙草組培苗育成之影響。莖頂培植體接種於 0.5 mg/L NAA 之 1/2 MS 固體培養基，暗培養 4 週所誘導的團粒狀癒合組織，再經光照 4 週培養後可形成叢生芽，以供仙草種苗大量繁殖利用；將叢生芽截切為單節培植體，移植至含 0.5 mg/L 之 NAA、IBA 或 IAA 之 1/2 MS 基礎鹽類培養基，於 25℃、光照 30–35 μmol m^{-2} s^{-1}、培養 6 週以比較植株生育情形；於另一個試驗探討不同瓶口覆蓋物及透氣時間處理對培養於含 0.5 mg/L IBA 之 1/2 MS 基礎鹽類培養基之植株苗玻璃質化的影響，結果顯示 3 個生長素處理，以 IBA 可得生長較佳的瓶苗，根重為 0.031 克/株，而 IAA 處理者只有 0.011 克/株；透氣試驗以 4 層藥包紙覆蓋瓶口，再覆以石蠟膜以減少透氣，經培養 5 週後再除去石蠟膜以透氣者，可得移植存活率高之優質組培苗，移植存活率為 98.7%，較鋁箔處理者 92.1%為高。藉由生長素 IBA 的添加及透氣處理可育成健康、生長良好之仙草組培苗，此技術可應用於增殖種苗，並免除非季節性佔用種植土地之情形。

關鍵詞：仙草、組織培養、生長素、透氣處理。

前　言

仙草 (*Mesona procumbens* Hemsl.) 屬唇形科高經濟價值之特用作物，依據古代文獻中藥大辭典記載，仙草味澀、甘、寒，具有清熱、解渴、涼血及降血壓之功效，可治臟腑熱毒 (Hung 2001)，說明仙草是具生理機能性之中草藥。仙草的許多療效目前均已得到科學證實；Capellades (1990) 報告指出，仙草水萃取物具有良好的清除自由基及抗氧化能力，內含熊果酸 (ursolic acid)、齊墩果酸 (oleanolic acid) 等三萜類 (triterpenes) 成分，這些成分在文獻上均指出具減緩急慢性肝炎、抗發炎、抗高血脂及抗腫瘤之生理功效 (Liu 1995)。仙草栽培之種苗來源慣以扦插育苗以防種質變異，在非種植季節仍需佔地種植母株，若以育成組織培養瓶苗的技術增殖種苗，則可省去種植母株土地空間，並可避免天候病蟲害等不確定之傷害種

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2603 號。接受日期：100 年 8 月 31 日。
2. 本所農業化學組助理研究員。台灣 台中市。
3. 朝陽科技大學生化科技研究所講座教授。台灣 台中市。
4. 通訊作者，電子郵件：hstsay@cyut.edu.tw；傳真機：(04) 23304921、23742371。

苗因素。因此本研究擬利用農試所栽種之農試 1 號仙草品種，進行組織培養苗之繁殖試驗，探討苗體繁殖之合適條件，以供相關產業參考利用。

材料與方法

供試材料

本試驗使用之材料，係採自農試所內栽種的農試 1 號仙草。

癒合組織與不定芽誘導之觀察

切取仙草莖頂組織長約 3 mm，以自來水沖洗乾淨後，於 70%酒精中浸泡 30 秒，再以 0.5%次氯酸鈉 (每 100 mL 含 2–3 滴 Tween 20) 震盪消毒 10 分鐘，最後以無菌去離子水清洗 3–4 次，於無菌接種箱中切去白化的組織後，接種於含 0.5 mg/L NAA、3%蔗糖、0.9%洋菜 (Difco agar) 及 pH = 5.7 ± 0.1 之 1/2 MS (Murashige & Skoog 1962) 斜面固體培養基 (Cassells *et al.* 1994)，培養容器為 45-mL 試管，培養環境為 (25 ± 1)℃，進行暗培養以誘導癒合組織。莖頂組織經 4 週暗培養後形成團粒結構之癒合組織，移至每日照光 16 小時、光強度約 30–35 μmol m^{-2} s^{-1} 之環境，約 1 個月後可誘導為不定芽。

不同生長素對植株生長與移植存活試驗

前項試驗誘導形成之不定芽切成含一分枝之節段作為培植體，分別接種於含 0.5 mg/L 之 NAA、IBA 或 IAA 之 3 種不同生長素 (auxin) 的 1/2 MS 培養基 (成分如前述)，培養容器為 125-mL 三角瓶，每種培養基各 10 瓶，瓶內各 5 個節段培植體，於 6 週後調查其育成瓶苗之農藝性狀，調查項目為株高、葉數、芽體數、根重、植株鮮重。將上述不同培養基之組培瓶苗，分別移出栽種於經高溫高壓滅菌之泥炭土、蛭石 (3 號)、珍珠石 (4 號) 1：1：1 (v/v) 之混合介質，不同處理均各種植 3 盤，於 1 個月後調查其存活率。

不同透氣處理對組培苗生長與移植存活試驗

將與前項試驗相同之節段培植體接種於含 0.5 mg/L IBA 之 1/2 MS 固體培養基，瓶內各 5 個節段培植體，瓶口覆蓋 4 層滅過菌藥包紙，最後再以石蠟膜 (Parafilm M®) 包覆於藥包紙外，分別於培養 3、4、5、6 週後去除外部石蠟膜以續行透氣培養，達培養週期共 8 週 (代碼分別為 P3 + DP5、P4 + DP4、P5 + DP3 及 P6 + DP2)，取出調查組培苗之農藝性狀；對照組為以二層鋁箔封住瓶口，試驗全程期間皆不除去石蠟膜 (代碼 AF8)，每種透氣處理各 10 瓶 (Chen *et al*. 2006a; Tsay *et al*. 2006)。將上述不同透氣處理之組培瓶苗，分別移出栽種於經高溫高壓滅菌之泥炭土、蛭石 (3 號)、珍珠石 (4 號) 1：1：1 (v/v) 混合介質，不同透氣處理處理均各種植 3 盤，於 1 個月後調查其存活率。

統計分析

上述試驗資料均經 SAS 統計分析套裝軟體進行變方分析 (analysis of variance, ANOVA) 後，以最小顯著差異性測驗 (least significant difference test, LSD test)，在 5%顯著水準下比較各處理平均值間之差異，若為百分率之數據，則先經平方根轉換。

結　果

不同生長素對植株生長與移植存活率之影響

仙草莖頂接種於 1/2 MS 含 0.5 mg/L NAA 之培養基，基部會形成團粒結構之癒合組織，將此癒合組織移至照光環境下再經 4 週培養後，可誘導大量不定芽產生，平均每個莖頂約可誘導 10–20 個不定芽 (圖 1)，將此不定芽截切為多個含一個節之培植體，接種於含有不同生長素之培養基，結果顯示 3 種生長素對植株葉數、根重及鮮重等性狀，以 0.5 mg/L IBA 處理，效果顯著優於含 0.5 mg/L NAA 或 IAA 之

圖1. 仙草癒合組織接種於0.5 mg/L NAA 之1/2 MS固體培養基移至照光環境 4 週後，誘導出之不定芽生長情形。

Fig. 1. Development of *Mesona procumbens* plantlets induced by calluses placed under light for 4 weeks cultivated in half strength MS basal solid medium containing 0.5 mg/L NAA.

處理；移植出瓶後植株之存活率也以 0.5 mg/L IBA 為佳，達到 92.3%，由結果顯示，誘導仙草節段發根及生長之最佳培養基為 0.5 mg/L 之 IBA (表 1)。瓶苗植株外觀上，玻璃質化之情形極為普遍。

不同透氣處理對組培苗生長之影響

為培育無玻璃質化之優質瓶苗，以上述試驗 0.5 mg/L IBA 處理之培養條件，進行透氣無菌培養，即捨棄鋁箔改以滅菌過的四層藥包紙封住瓶口外面再封以石臘膜，並分別在培養第 3、4、5、6 週後去除石蠟膜，以加大瓶內氣體和外界之通透率，經 8 週週期後，取出瓶苗作農藝性狀調查同時進行移植存活試驗，結果顯示以全程以鋁箔紙封瓶口之對照組，瓶苗有玻璃質化之現象，而藥包紙處理則只有封口 6 週者出現玻璃質化，且不論莖長、葉寬、根重及植株鮮重皆以在第 5 週去除石蠟膜者為佳，且較其它組有顯著性差異，取出之瓶苗進行移植試驗時，亦以第 5 週者存活率最高，較其它組有顯著性差異 (表 2)；其次以第 4 週處理根重大於第 6 週，其存活率也較優於第 6 週 (表 2)。本試驗結果亦顯示，太晚進行通氣處理不利於仙草瓶苗之生長，且仍出現玻璃質化，但太早通氣 (第 3 週) 則易使培養基失水龜裂，也不利於仙草瓶苗之生長 (圖 2)。

表 1. 仙草不定芽以不同生長調節劑處理六週後之組培苗農藝性狀調查

Table 1. Agronomic characteristics of regenerated plantlets of *Mesona procumbens* grown on 1/2 MS medium amended with different auxins for 6 weeks [z]

Auxins treatment	plantlet height (cm)	No. of leaves/ plantlet	No. of shoots/ plantlet	Root weight/ plantlet (g)	Fresh weight/ plantlet (g)	Survival rate (%)
IAA	3.5 ± 0.3 b [y]	17.4 ± 2.1 b	2.4 ± 0.5 a	0.011 ± 0.001 c	0.42 ± 0.01 b	87.5 ± 1.1 b
IBA	4.3 ± 0.3 ab	25.5 ± 2.9 a	2.1 ± 0.3 ab	0.031 ± 0.002 a	0.62 ± 0.01 a	92.3 ± 0.6 a
NAA	4.9 ± 0.2 a	17.5 ± 1.6 b	1.1 ± 0.4 b	0.021 ± 0.001 b	0.29 ± 0.01 c	91.3 ± 0.6 ab

[z] Single nodes explants were cultured on half strength MS basal solid medium containing 0.5 mg/L of IAA, IBA or NAA.
[y] Values are mean ± SE (n = 10). Means with different letter(s) in the same column are significantly different ($P < 0.05$) by LSD test. Percentage data of survival rate were square-root transformed prior to analysis.

表 2. 仙草苗培養行不同時間之透氣處理後之農藝性狀調查

Table 2. Agronomic characteristics of regenerated plantlets of *Mesona procumbens* grown under different gas exchange treatments

Ventilation closures [z]	Stem length (cm)	Leaf width (cm)	Root weight/plantlet (g)	Fresh weight/Plantlet (g)	Survival rate (%)
AF8	1.36 ± 0.09 b [y]	1.04 ± 0.07 b	0.021 ± 0.001 d	0.500 ± 0.010 c	92.1 ± 0.33 d
P3 + DP5	1.32 ± 0.06 b	1.05 ± 0.04 b	0.030 ± 0.001 c	0.504 ± 0.009 c	92.9 ± 0.18 d
P4 + DP4	1.44 ± 0.05 ab	1.08 ± 0.04 ab	0.041 ± 0.013 b	0.602 ± 0.019 b	97.2 ± 0.28 b
P5 + DP3	1.59 ± 0.08 a	1.21 ± 0.06 a	0.051 ± 0.001 a	0.718 ± 0.023 a	98.7 ± 0.29 a
P6 + DP2	1.35 ± 0.08 b	1.06 ± 0.05 ab	0.031 ± 0.001 c	0.610 ± 0.021 b	96.0 ± 0.24 c

[z] AF8: The opening of each container was covered with two layers of aluminum foil (AF) during 8 weeks of incubation; P3 + DP5, P4 + DP4, P5 + DP3, and P6 + DP2: Two additional layers of Parafilm (P) were removed after 3, 4, 5, and 6 weeks of incubation, followed by four layers of dispense paper for the next 5, 4, 3, and 2 weeks of incubation.

[y] Values are mean ± SE (n = 10). Means with different letter(s) in the same column are significantly different ($P < 0.05$) by LSD test. Percentage data of survival rate were square-root transformed prior to analysis.

圖 2. 仙草苗在 0.5 mg/L IBA 培養下行不同時間之透氣處理後之生長情形。

Fig. 2. Effect of duration of ventilation treatment on growth of *Mesona procumbens* seedlings cultivated on half strength MS basal solid medium containing 0.5 mg/L IBA. Note vigorous growth of seedlings in the treatments of 3-, 4- or 5-weeks old seedlings but poor growth in the treatment of 6-weeks old seedlings.

討　論

利用組織培養大量繁殖種苗是商業種苗生產之重要技術，本試驗進行仙草瓶苗生長與發根試驗時，以 1/2 MS 基礎培養基分別添加 0.5 mg/L IAA、NAA、IBA 三種處理，皆可育成仙草瓶苗，存活率也都有 80%以上，觀察其仙草株型，在培養至第 3 週時，分枝大致已成型。

量產組織培養種苗常利用 IAA、NAA、IBA 為促進組培苗發根之生長調節劑，其中又以 NAA、IBA 效果為佳 (Gaspar *et al.* 1996; Moncousin 1991)。由本研究可見以 IBA 處理者，根重大於 NAA 處理。以 IBA 處理者植株較重、株形發展均衡且根系形成較佳；亦有研究指出若 IBA 或 NAA 濃度太高，易造成基部癒合組織化現象 (basal callusing) (Chang *et al.* 2000)，會不利於後續的移植馴化成苗，在本研究中並未發生此現象，可見 0.5 g/mL IBA 為培育仙草瓶苗之適當生長調節劑及濃度；由於此試驗皆以鋁箔封住瓶口，不論何種處理皆出現植體玻璃質化 (hyperhydricity) 之情形，以鋁箔封住瓶口是為防止污染及培養基水分散失，但由於其材質透氣性低，導致培養瓶內濕度高、有害氣體 (如二氧化碳及乙烯) 及致毒形態氧

(toxic oxygen forms) 的累積，致使植體葉面氣孔及表皮臘質層的發育異常或喪失功能，如此造成苗體外觀似玻璃，透明易碎，移植馴化存活率不高 (Chen *et al*. 2006b)。

為改善仙草組培苗玻璃質化現象，本試驗續探討通氣處理對瓶苗之育成影響，以上述生長較佳之 IBA 培養基條件接續以下試驗，摒除上述之鋁箔改用透氣性較高之 4 層藥包紙封口，藥包紙外部再加封 2–3 層石蠟膜，並分別在培養 3、4、5、6 週後，去除封在藥包紙上之石蠟膜，使氣體能通透，在第 8 週時取出瓶苗調查苗體之農藝性狀，顯現於第 3 週就去除石蠟膜者，由於過早透氣處理，易使培養基的水分散失，因而苗體在瓶內培植生長不良，莖短葉形小，移植存活率較差；第 5 週去除石蠟膜之瓶苗生長最健康，葉片較大，根系及植株發育佳，移植存活率亦提高；第 6 週才去除石蠟膜者，可見瓶苗則已出現玻璃質化之情形，本試驗結果與 Chen (1998) 康乃馨組培試驗有相同之情形；植體雖出現玻璃質化，但只要即時將氣體通透至瓶中，亦可以使植株回復為正常苗株，此玻璃質化苗移植於混合蛭石、泥炭土、珍珠石亦可回復為正常苗，存活率亦有 90%以上，顯示仙草生命力極為強健。

影響玻璃質化的因素很多 (Chen *et al*. 1998)，玻璃質化之組培苗直接移植至溫室環境下存活率會下降，瓶內馴化 (acclimatized *in vitro*) 主要為降低瓶內相對溼度及增加氣體的交換率，如此可增加葉面臘質之形成及氣孔之功能維持，有助培養出健康苗體，於移植出瓶時易存活，因此多數研究報告利用通氣性佳的覆蓋材質，皆能有效控制植體玻璃質化情形發生及增加瓶苗移出馴化的存活率 (Capellades *et al*. 1990; Cassells & Wash 1994; Lai *et al*. 2005; Ritchie *et al*. 1991; Smith *et al*. 1990; Wardle *et al*. 1983; Yue & Gosselins 1993; Ziv 1986; Ziv 1991)。依本研究結果顯示，1/2 MS 固體培養基、添加 0.5 mg/L IBA 並配合藥包紙封口之透氣處理，可有效防止仙草瓶苗玻璃質化之情形，並育成高存活率之優質仙草植株。

引用文獻 (Literature cited)

Capellades, M., R. Fontarnau, C. Carulla, and P. Debergh. 1990. Envionment influences anatomy of stomata and epidermal cells in tissue - cultured *Rosa multiflora*. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 115:141–145.

Cassells, A. C. and C. Wash. 1994. The influence of gas permeability of the culture lid on calcium uptake and stomatal function in *Dianthus* microplants. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 37:171–178.

Chang, S. H., C. K. Ho, J. Y. Tsai, and Z. Z. Chen. 2000. Thidiazuron enhancement of plant regeneration from leaf calli of superior clones of *Eucalyptus camaldulensis*. Taiwan J. For. Sci. 15:81–90。

Chen, U. C., C. N. Hsia, M. S. Yeh, D. C. Agrawal, and H. S. Tsay. 2006a. Influence of ventilation closures on plant growth parameters, acclimation and anatomy of leaf surface in *Scrophularia yoshimurae* Yamazaki-a medicinal plant native to Taiwan. Bot Stud. 47:259–266.

Chen, U. C., C. N. Hsia, M. S. Yeh, D. C. Agrawal, and H. S. Tsay. 2006b. *In vitro* micropropagation and *ex vitro* acclimatization of *Bupleurum kaoi* - an endangered medicinal plant native to Taiwan. *In Vitro* Cell Dev. Biol. Plant. 42:128–133.

Chen, U. C., Y. J. Shiar, C. C. Lai, and Tsay. H. S. 1998. Effect of medium composition and vessel closure on the hyperhydricity and rooting of carnation *in vitro* culture. J. Agric. Res. China. 47:364–376. (in Chinese with English abstract)

Gaspar, T., C. Kevers, C. Penel, H. Greppin, D. M. Reid, and T. A. Thorpe. 1996. Plant hormones and plant growth regulators in plant tissue culture. In Vitro Cell Dev. Biol. 32:272–289.

Hung, C. Y. 2001. Studies on Antioxidant Functionality of Hsian-tsao (*Mesona procumbens* Hemsl.). Ph. D. Thesis. Graduate Institute of Food Science, National Chung Hsing Univ. Taichung. Taiwan. 203 pp. (in Chinese)

Lai, C. C., H. M. Lin, S. M. Nalawade, W. Fang, and H. S. Tsay. 2005. Hyperhydricity in shoot culture of *Scrophularia yoshimurae* can be effectively reduced by ventilation of culture vessels. J. Plant Physiol. 162:355–361.

Liu, J. 1995. Pharmacology of oleanolic acid and ursolic acid. J. Ethnopharmacol. 49:57–68.

Moncousin, C. 1991. Rooting of microcuttings: general aspects. Acta Hortic. 289:301–310.

Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiol. Plant. 15 :437–497.

Ritchie, G. A., K. C. Short, and M. R. Davey. 1991. *In vitro* acclimatization of chrysanthemum and sugar beet plantlets by treatment with paclobutrazol and exposure to reduced humidity. J. Exp. 42:1557–1563.

Smith, E. F., A. V. Roberts, and J. Mottly. 1990. The preparation *in vitro* of chrysanthemum for transplantation to soil. 3. Improved resistance to desiccation conferred by reduced humidity. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 21:141–145.

Tsay, H. S., C. Y. Lee., D. C. Agrawal, and S. G. Basker. 2006. Influence of ventilation closure, gelling agent and explant type on shoot bud proliferation and hyperhydricity in *Scrophularia yoshimurae* - a medicinal plant. In Vitro Cell Dev. Biol. Plant. 42:445–449.

Wardle, K., E. B. Dobbs, and K. C. Short.1983. *In vitro* acclimatization of aseptically cultured plantlets to humidity. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 108:386–389.

Yue, D. and A. Gosselins. 1993. Effects of forced ventilation at different relative humidity on growth, photosynthesis and transpiration of geranium plantlets *in vitro*. Can. J. Plant Sci. 73:249–256.

Ziv, M. 1986. *In vitro* hardening and acclimatization of tissue culture plant. p.187–196. *in:* Plant Tissue Culture and its Agriculture Application. (Withers, L. A. and P. G. Alderson, eds.) Butterworths London.

Ziv, M. 1991. Vitrification: Morphological and physiological disorders of *in vitro* plant. p.45–69. *in:* Micropropagation: Techology and Application. (Debergh, P. C. and R. H. Zimmerman, eds.) Kluwer Academic Pub. Dorcreht.

Effects of Auxins and Ventilation on Growth and Multiplication of Plantlets of *Mesona procumbens* Hemsl.[1]

Shu-Chin Lo[2] and Hsin-Sheng Tsay[3,4]

Abstract

Lo, S. C. and H. S. Tsay. 2011. Effects of Auxins and Ventilation on Growth and Multiplication of Plantlets of *Mesona procumbens* Hemsl. J. Taiwan Agric. Res. 60:293–299.

This study was conducted to determine effects of auxins [NAA (α-naphthaleneacetic acid), IAA (indole-3-acetic acid) and IBA (indole-3-butyric acid)] and ventilation on *in vitro* micropropagation of *Mesona procumbens* Hemsl. Shoots of *M. procumbens* were grown in dark on 1/2 MS media supplemented with 0.5 mg/L of NAA for 4 weeks for formation of granule-like calluses and then placed under light for another 4 weeks for the development of plantlets. The plantlets were cut into segments, transferred on 1/2 MS media supplemented with 0.5 mg/L of NAA, IAA or IBA, and incubated at 25℃ under light 30–35 μmol m^{-2} s^{-1} for 6 weeks to compare effects of auxins on plantlet growth and development of plantlets. In another experiment, plantlets were transferred on 1/2 MS media supplemented with 0.5 mg/L of IBA to study effect of different container sealing materials and ventilation closures on hyperhydricity of plantlets. Results showed that among the three auxins tested, the medium containing 0.5 mg/L of IBA was most suitable for growth of plantlets of *M. procumbens* with a root weight of 0.031g/plant, compared to 0.011g/plant for the treatment of IAA. Ventilation affected growth of plantlets. When the tissue culture containers were sealed with dispense paper and Parafilm for 5 weeks and then removed the Parafilm for ventilation, the survival rate of *ex vitro* acclimation of plantlets increased to 98.7%, compared to 92.1% in the treatment of plantlets in aluminum foil. Thus, it is possible to produce healthy plantlets of *M. procumbent* in tissue culture with proper amount of IBA in the growth medium and proper control of ventilation. The protocol established in this study would be useful for *in vitro* propagation of *M. procumbent* and it could be a potential alternative to the conventional propagation of this crop in the field.

Key words: *Mesona procumbens*, Tissue culture, Auxins, Ventilation.

---

1. Contribution No. 2603 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: August 31, 2011.
2. Assistance Researcher, Agricultural Chemistry Division, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Professor, Chaoyang University of Technoloty, Taichung, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, e-mail:hstsay@cyut.edu.tw; Fax: (04)23304921, 23742371.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 60(4):300–308 (2011)

以豐年蝦卵為代用食餌繁殖南方小黑花椿象 [1]

盧秋通[2] 邱一中[2] 徐孟愉[2] 王清玲[2] 林鳳琪[2,3]

摘　　要

盧秋通、邱一中、徐孟愉、王清玲、林鳳琪。2011。以豐年蝦卵為代用食餌繁殖南方小黑花椿象。台灣農業研究 60:300–308。

南方小黑花椿象 [簡稱小黑椿，*Orius strigicollis* (Poppius)] (Hemiptera: Anthocoridae) 是防治薊馬等小型害蟲有效的天敵，以往其繁殖是以粉斑螟蛾 [*Cadra cautella* (Walker)] 卵為食餌。本研究為測定吸飽水分的豐年蝦卵 (*Artemia franciscana*) 是否可以替代蛾卵作為飼養繁殖小黑椿的替代食餌，試驗比較小黑椿全期以豐年蝦卵或蛾卵為食餌、若蟲期以蝦卵而成蟲期以蛾卵為食餌及若蟲期以蛾卵成蟲期而以蝦卵為食餌等 4 種處理，對累代飼養之小黑椿幼期發育及雌蟲繁殖力之影響。結果顯示以豐年蝦卵完全取代粉斑螟蛾卵，則若蟲發育期會延長且成蟲產卵減少；但以蝦卵為小黑椿若蟲期食餌，且以蛾卵為成蟲期食餌，經 20 世代連續飼育繁殖，發現小黑椿若蟲發育期比完全以蛾卵飼育僅延長約 1 日；雌、雄成蟲壽命間沒有差異；一生產卵數則顯著增加約 23–28%，應可應用於天敵長期飼養。小黑椿之集體飼養試驗顯示，於 14 日的收卵期間，以蝦卵為若蟲食餌且以蛾卵為成蟲食餌，則當蛾卵儲存較久致品質欠佳時，輪用食餌的方式所得卵數高於完全以蛾卵為食餌者；當蛾卵新鮮時，則兩種食餌配方間所得產卵數相同，顯示飼養時輪用蝦卵與蛾卵，可減輕因蛾卵品質不佳而對小黑椿產生的負面影響。因此，以豐年蝦卵配合蛾卵輪用的方式，有利於長期繁殖小黑椿，並降低生產成本。

關鍵詞：豐年蝦卵、南方小黑花椿象、大量繁殖、食餌。

前　　言

小黑花椿象屬於半翅目 (Hemiptera) 花椿象科 (Anthocoridae)，本屬 (Genus *Orius* Wolf) 全都是捕食性，以薊馬、粉蝨、蚜蟲、葉蟎等小型昆蟲為食。台灣有 3 種，其中南方小黑花椿象 [*Orius strigicollis* (Poppius)] 是台灣田野間常見的捕食性天敵，存在於玉米、苦瓜、菊花等多種植物上。經過捕食能力與集體飼養評估，認為是適合大量生產，並供應作為溫室與田間農作物薊馬、葉蟎等小型害蟲生物防治之需 (Wang 1994)。

小黑椿同時需要動物與植物性的食物，使用蚜蟲、薊馬、鱗翅目卵等天然動物食餌，可

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2602 號。接受日期：100 年 11 月 25 日。
2. 本所應用動物組助理研究員、聘用助理研究員、研究助理、前研究員兼組長及副研究員。台灣　台中市。
3. 通訊作者，電子郵件：fclin@tari.gov.tw；傳真機：(04)23317600。

於室內維持兩種小黑椿 *O. sauteri* (Poppius) 與 *O. laevigatus* (Fieber) 的族群 (Kiman & Yeargan 1985; Zaki 1989; Wang *et al.* 1996)，然而這些食餌不易大量取得，作為繁殖天敵之用並不符合經濟效益。為簡化大量生產時動物食餌的供應，以奶粉、蛋黃、肝粉、維他命等營養物質，可調配成人工飼料，試驗顯示不同營養成分對小黑椿生長與繁殖上會產生不同的結果，添加某些成份可改進飼養效果 (Arijs & De Clercq 2004; Ferkovich & Shapiro 2004; Ferkovich *et al.* 2007)。以地中海粉斑螟蛾 (Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller) 卵為代用食餌飼養 *O. laevigatus*，成蟲壽命較長，產卵數較多，繁殖效果比使用薊馬等天然食餌好 (Tommasinio & Nicoli 1993; Schmidt *et al.* 1995; Richards & Schmidt 1996)，南方小黑椿則可以粉斑螟蛾 [flour moth, *Cadra cautella* (Walker)] 卵飼養，新鮮粉斑螟蛾卵優於地中海粉斑螟蛾卵、外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* Stainton) 卵、或是葉蟎等 (Wang *et al.* 1999)。蛾卵因獲取方便，且所含營養成分適合，為目前量產繁殖小黑椿最常用材料。

豐年蝦卵 (cysts of the brine shrimp, *Artemia franciscana* Kellogg) (Branchiopoda: Artemiidae) 是觀賞魚、蝦類的飼料，比蛾卵便宜且更容易儲存。Arijs & De Clercq (2001) 發現蝦卵可以飼養 *O. laevigatus*，椿象的生長與繁殖都與用蛾卵飼養相近 (De Clercq *et al.* 2005)，以蝦卵或蛾卵飼養 *O. laevigatus* 都比含有肝粉、牛肉或蛋黃的人工飼料效果好 (Bonte & De Clercq 2008)。蝦卵並非可適用於本屬的每一種椿象，用於餵食 *O. majusculus*，就發現該椿象無法順利生長 (Riudavet *et al.* 2006)。

降低生產成本、簡化繁殖方法一直是量產天敵追求的目標，尋求更廉價更便利的食餌，也是研究者持續探索的題材。本研究以豐年蝦卵與蛾卵為食餌，測試其對南方小黑椿若蟲發育、存活與成蟲壽命及產卵等之影響，進行集體飼養小黑椿的產卵效果比較，作為量產小黑椿技術改進之參考。

材料與方法

南方小黑花椿象來源

小黑椿飼養於台中市霧峰區農試所 (27 ± 1)℃、50–70% RH，24 小時光照之養蟲室，以粉斑螟蛾卵為動物性食物，以水耕種植青皮豆 (*Glycine max* L.) 苗為植物性食物，發芽後 2–3 日，苗高約 10 cm 時使用。

粉斑螟蛾卵

由台南區農業改良場朴子分場供應，出貨前已利用紫外線照射處理而無法孵化，以-18℃冷凍保存。使用前將蛾卵灑在塗有黏膠的 A4 紙上製成卵片，切割成長條狀 (10 cm × 2 cm)。

豐年蝦卵

乾燥罐裝 (Omega，進口商 Golden Ocean Aquasupply Enterprise C., Ltd., Kaohsiung, Taiwan)，開罐前以室溫，開罐後以-18℃冷凍保存。使用前將乾燥蝦卵浸泡於清水，約 30 分鐘卵吸收水分後即可恢復圓潤。蝦卵以吸水紙巾承載，使卵均勻分布於紙巾表面，製作成卵片紙後再切割成細條狀，以供使用。

單隻飼育之若蟲發育與成蟲壽命及產卵觀察

若蟲：小玻瓶 [1.5 cm (D) × 4 cm (H)] 內各置粉斑螟蛾卵或蝦卵約 150 粒，與約 3 cm 長的豆苗，以毛筆挑入初孵化若蟲一隻，以石臘膜封口後置於 (27 ± 1)℃養蟲室內。每日更換帶有粉斑螟蛾卵或蝦卵的卵片及更換豆苗，觀察若蟲發育、蛻皮與存活情形直至死亡或羽化為成蟲。

成蟲：將初羽化成蟲置於小玻瓶內，每瓶一對，飼養方法與若蟲相同。每日更換粉斑螟

蛾卵片與豆苗，於顯微鏡下觀察取出豆苗上的小黑椿卵粒，紀錄成蟲每日產卵數，以及成蟲存活日數。

小黑椿於本試驗之不同食餌處理分別為：(1) 若蟲與成蟲全期以蝦卵為食餌；(2) 若蟲以蝦卵為食餌，成蟲以蛾卵為食餌；(3) 若蟲以蛾卵為食餌，成蟲以蝦卵為食餌；(4) 若蟲與成蟲全期以蛾卵為食餌。其中若、成蟲均以蝦卵為食餌之處理，小黑椿累代飼育觀察至第 15 世代，其餘處理則觀察至第 20 世代，每一處理分別觀察完成發育及完整生活史之小黑椿 20 隻以上。統計時，將 1–5、6–10、11–15 及 16–20 世代之觀察值為一平均值，以分析小黑椿在供給不同食餌並經一定期間累代飼養後，其族群是否有發育增長、壽命及繁殖減少等弱化現象。所得資料以最小顯著性差異測驗 (Fisher's protected least significant difference test, LSD)，比較每 5 世代間小黑椿在若蟲發育、成蟲壽命及產卵量的差異性，顯著水準為 5%。

集體飼育之產卵比較

分別以豐年蝦卵片與粉斑螟蛾卵片以及青皮豆苗為食物，集體飼育小黑椿，每一養蟲袋各置 150 對小黑椿成蟲，每一養蟲袋為一重複，分別供試 2 種食餌處理為：(1) 以豐年蝦卵為若蟲期食餌，以粉斑螟蛾卵為成蟲期食餌；(2) 各時期完全以粉斑螟蛾卵飼養。自 2010 年 6 月起至 10 月止，於 (27 ± 1)℃ 養蟲室內，持續飼育至成蟲產卵，分別計算所產卵數，收集成蟲卵至 14 日止，以月為單位，統計 14 日內每一養蟲袋平均生產之總卵數，每月每一處理飼養小黑椿袋數如表 6。所得資料以 t 值測驗 (t test) 比較兩處理間平均值之差異。

結　　果

利用蝦卵替代粉斑螟蛾卵飼育小黑椿，對小黑椿若蟲發育期、若蟲羽化率、雌成蟲產卵數、雌成蟲壽命及雄成蟲壽命等，均有不同程度的影響。以下試驗結果均是在定溫環境下，以粉斑螟蛾卵食餌為對照，相對於全部或部分更換蝦卵食餌所作之比較。

供試小黑椿連續飼養，全以蝦卵為食餌者飼養至第 15 代，其餘均飼養至 20 代，以進行差異比較。所得各項結果以每 5 世代為一平均值，觀察及評估利用不同食餌飼養，於累續世代間是否有逐漸衰退或逐漸適應的現象。本試驗之數據結果顯示，以相同食餌飼養之小黑椿，呈穩定狀態，於各世代之間的變化不大，雖有些顯示出統計差異，但前後世代之個別觀測值高低互現，而無一致往弱化或適應之趨勢性發展，因此以下之結果分析均以不同食餌處理間之比較為主，且以 15 或 20 世代之總平均值為依據。

以蝦卵為替代食餌對小黑椿若蟲發育期之影響

完全以蝦卵為食餌，連續飼育小黑椿至 15 代，平均若蟲發育期為 11.7 日，顯著較完全以蛾卵飼育者的 10.7 日長，平均增加 1.0 日 (表 1)，顯示全期均僅提供蝦卵為食餌，會延長若蟲的發育時間。將蝦卵與蛾卵做組合的測試中，以蛾卵飼育小黑椿若蟲及蝦卵飼育成蟲，連續觀察至 20 代，若蟲發育期 10.6 日，與全蛾卵飼育者無顯著差異；當以蝦卵飼育小黑椿若蟲及蛾卵飼育成蟲，連續 20 代的平均若蟲發育期，顯著較完全以蛾卵飼育的長，增加 1.1 日。

由上述結果顯示，完全以蝦卵取代蛾卵飼育小黑椿的若蟲發育期較長，而以蛾卵飼養小黑椿若蟲，搭配以蝦卵飼育成蟲的飼育方式，可使小黑椿若蟲具有較短的發育期，可媲美全用蛾卵之飼育方式。

以蝦卵為替代食餌對小黑椿若蟲羽化率之影響

完全以蝦卵飼育小黑椿，連續繁殖 15 代的平均若蟲羽化率較差，僅 57.3% (表 2)。其餘各

表 1. 以蝦卵爲替代食餌對小黑椿若蟲發育期之影響

Table 1. Effect of brine shrimp cysts as an alternative source of food on nymph development of *Orius strigicollis*

Generation	Nymphal developmental time (days)			
	Shrimp cysts [y]	Shrimp cysts for nymph + Moth eggs for adult	Moth eggs for nymph + Shrimp cyst for adult	Moth eggs [x]
1–5	11.2 ± 1.0 aA [z]	10.8 ± 0.7 aA	10.2 ± 0.8 abA	10.4 ± 1.7 abA
6–10	12.1 ± 1.0 aB	12.4 ± 0.9 bB	11.5 ± 0.9 cAB	10.6 ± 1.7 abA
11–15	12.0 ± 1.1 aBC	12.1 ± 0.5 bC	11.1 ± 0.5 bcA	11.2 ± 0.3 bAB
16–20	-	10.8 ± 0.7 aB	9.5 ± 1.0 aA	9.5 ± 0.6 aA
Average	11.7 ± 1.1 B	11.5 ± 1.0 B	10.6 ± 1.1 A	10.4 ± 1.3 A

[z] Mean ± standard error. Means followed by the same small letter in a column, and the same capital letter in a row are not significantly different by LSD test ($P < 0.05$).
[y] Dry cysts of the brine shrimp were rehydrated and used in this study.
[x] Eggs of *Cadra cautella* (Walker).

表 2. 以蝦卵為替代食餌對小黑椿若蟲羽化率之影響

Table 2. Effect of brine shrimp cysts as an alternative source of food on emergence rate of *Orius strigicollis*

Generation	Emergence rate （%）			
	Shrimp cysts [y]	Shrimp cysts for nymph + Moth eggs for adult	Moth eggs for nymph + Shrimp cyst for adult	Moth eggs [x]
1–5	58.7 ± 24.2 aA [z]	70.0 ± 8.7 aAB	81.0 ± 6.5 aB	65.0 ± 26.8 aA
6–10	50.3 ± 14.4 aA	71.0 ± 16.7 aB	87.0 ± 4.5 aB	76.7 ± 9.4 aB
11–15	63.0 ± 25.6 aA	80.0 ± 7.9 aBC	87.0 ± 9.7 aBC	68.3 ± 24.8 aAB
16–20	-	70.0 ± 12.2 aA	87.0 ± 9.1 aAB	88.0 ± 5.7 aB
Average	57.3 ± 21.0 A	72.8 ± 11.8 B	85.5 ± 7.6 B	74.5 ± 19.7 B

[z] Mean ± standard error. Means followed by the same small letter in a column, and the same capital letter in a row are not significantly different by LSD test ($P < 0.05$).
[y] Dry cysts of the brine shrimp were rehydrated and used in this study.
[x] Eggs of *Cadra cautella* (Walker).

處理小黑椿若蟲羽化率均較佳，各處理均連續繁殖至 20 代，以蛾卵飼育小黑椿若蟲及蝦卵飼育成蟲，羽化率可達 85.5%；以蝦卵飼育若蟲及蛾卵飼育成蟲，羽化率 72.8%；完全以蛾卵飼育者，羽化率 74.5%，此 3 種食餌彼此間羽化率無顯著差異 (表 2)。

由上述結果顯示，完全以蝦卵取代蛾卵飼育小黑椿的若蟲羽化率不佳，而以蛾卵飼養小黑椿若蟲或成蟲，搭配以蝦卵飼育成蟲或若蟲的方式，可使小黑椿若蟲具有較佳的羽化率，效果等同於全用蛾卵之飼育方式。

以蝦卵為替代食餌對小黑椿雌蟲產卵之影響

完全以蝦卵飼育小黑椿，連續飼育 15 代之雌蟲平均產卵數僅 52.8 粒，顯著較完全以蛾卵飼育者 101.1 粒為少，減少 47.8% 的平均產卵數 (表 3)；以蝦卵飼育小黑椿若蟲及蛾卵飼育成蟲之飼育方式，產卵能力較全用蛾卵飼育者

為強，連續飼育 20 代之雌成蟲平均產卵數 129.5 粒，顯著較完全以蛾卵飼育者與其他食餌者之飼育方式為多。

由本結果顯示，完全以蝦卵取代蛾卵飼育小黑椿不利於雌蟲產卵，而以蝦卵飼育小黑椿若蟲，搭配蛾卵飼育成蟲之方式，可促進小黑椿雌蟲產卵，產卵數優於全用蛾卵之飼育方式。

以蝦卵為替代食餌對小黑椿成蟲壽命之影響

完全以蝦卵飼育小黑椿，雌、雄成蟲壽命均在各處理中為最短，連續飼育 15 代之成蟲平均壽命，雌成蟲 12.5 日 (表 4)，雄成蟲 10.8 日 (表 5)，均顯著較完全以蛾卵飼育者為短。

以蝦卵飼育小黑椿若蟲及蛾卵飼育成蟲，小黑椿雌成蟲平均壽命最長為 19.0 日，較完全以蛾卵飼育時增加 2.2 日。以蛾卵飼育小黑椿若蟲及蝦卵飼育成蟲，小黑椿雌成蟲平均壽命為 17.1 日，稍長於完全以蛾卵飼育，但以全用蛾卵飼育者、蝦卵飼育小黑椿若蟲及蛾卵飼育成蟲、蛾卵飼育小黑椿若蟲及蝦卵飼育成蟲之

表 3. 以蝦卵為替代食餌對小黑椿雌成蟲產卵數之影響

Table 3. Effect of brine shrimp cysts as an alternative source of food on fecundity of *Orius strigicollis*

Generation	No. eggs of female			
	Shrimp cysts [y]	Shrimp cysts for nymph + Moth eggs for adult	Moth eggs for nymph + Shrimp cyst for adult	Moth eggs [x]
1–5	49.6 ± 14.4 aA [z]	133.6 ± 18.7 aC	63.4 ± 24.6 aA	96.3 ± 15.2 aB
6–10	58.5 ± 23.0 aA	109.2 ± 48.8 aCD	80.7 ± 21.9 aAB	90.5 ± 33.4 aBC
11–15	50.2 ± 18.9 aA	154.6 ± 39.8 aC	97.3 ± 19.6 aB	105.1 ± 46.8 aB
16–20	-	120.6 ± 56.2 aA	69.4 ± 23.9 aA	112.5 ± 44.7 aA
Average	52.8 ± 18.2 A	129.5 ± 43.3 D	77.7 ± 24.6 B	101.1 ± 35.2 C

[z] Mean ± standard error. Means followed by the same small letter in a column, and the same capital letter in a row are not significantly different by LSD test ($P < 0.05$).
[y] Dry cysts of the brine shrimp were rehydrated and used in this study.
[x] Eggs of *Cadra cautella* (Walker).

表 4. 以蝦卵為替代食餌對小黑椿雌成蟲壽命之影響

Table 4. Effect of brine shrimp cysts as an alternative source of food on longevity of female *Orius strigicollis*

Generation	Longevity of female (days)			
	Shrimp cysts [y]	Shrimp cysts for nymph + Moth eggs for adult	Moth eggs for nymph + Shrimp cyst for adult	Moth eggs [x]
1–5	12.0 ± 3.3 aA [z]	17.8 ± 3.0 aCD	13.2 ± 2.9 aAB	17.4 ± 2.0 aBC
6–10	12.7 ± 2.9 aA	20.1 ± 6.8 aC	17.1 ± 1.8 bBC	16.5 ± 3.5 aAB
11–15	12.8 ± 2.7 aA	21.8 ± 5.1 aB	21.8 ± 2.7 cB	17.8 ± 7.1 aA
16–20	-	16.1 ± 6.4 aA	16.2 ± 2.9 bcA	15.6 ± 6.8 aA
Average	12.5 ± 2.8 A	19.0 ± 5.5 B	17.1 ± 4.0 B	16.8 ± 4.9 B

[z] Mean ± standard error. Means followed by the same small letter in a column, and the same capital letter in a row are not significantly different by LSD test ($P < 0.05$).
[y] Dry cysts of the brine shrimp were rehydrated and used in this study.
[x] Eggs of *Cadra cautella* (Walker).

表 5. 以蝦卵為替代食餌對小黑椿雄成蟲壽命之影響

Table 5. Effect of brine shrimp cysts as an alternative source of food on longevity of male *Orius strigicollis*

	Longevity of male (days)			
Generation	Shrimp cysts [y]	Shrimp cysts for nymph + Moth eggs for adult	Moth eggs for nymph + Shrimp cyst for adult	Moth eggs [x]
1–5	10.1 ± 2.7 abA [z]	16.2 ± 2.8 aB	15.0 ± 3.7 abB	16.5 ± 3.3 aB
6–10	13.4 ± 1.7 bA	20.4 ± 4.2 abC	17.7 ± 3.9 bB	16.2 ± 5.6 aB
11–15	8.9 ± 3.7 aA	21.4 ± 4.8 bB	18.9 ± 3.9 bB	12.7 ± 3.4 aA
16–20	-	15.2 ± 5.9 aA	11.2 ± 2.2 aA	15.2 ± 7.4 aA
Average	10.8 ± 3.3 A	18.3 ± 5.0 C	15.7 ± 4.4 BC	15.1 ± 5.0 B

[z] Mean ± standard error. Means followed by the same small letter in a column, and the same capital letter in a row are not significantly different by LSD test ($P < 0.05$).
[y] Dry cysts of the brine shrimp were rehydrated and used in this study.
[x] Eggs of *Cadra cautella* (Walker).

不同處理，經 20 代累代飼養後，在雌成蟲平均壽命上並無顯著性差異。

以蛾卵飼育小黑椿若蟲及蝦卵飼育成蟲之飼育方式，小黑椿雄成蟲平均壽命為 15.7 日，與以蛾卵飼育間並無顯著差異；以蝦卵飼育小黑椿若蟲及蛾卵飼育成蟲，雄成蟲平均壽命為 18.3 日，較完全以蛾卵飼育者增加 3.2 日，且具有顯著差異。

由上述結果顯示，完全以蝦卵取代蛾卵飼育小黑椿會縮短成蟲壽命，而以蝦卵飼育小黑椿若蟲，再搭配蛾卵飼育成蟲之方式；或以蛾卵飼育小黑椿若蟲，再搭配蝦卵飼育成蟲，可使小黑椿成蟲存活較久，壽命稍優於全用蛾卵之飼育方式。

集體飼育之產卵比較

小黑椿以兩種不同食餌組合飼育：(1) 以蝦卵飼育若蟲及蛾卵飼育成蟲；(2) 完全以蛾卵飼育若蟲及成蟲。群體飼育於養蟲袋中，每袋含 150 對成蟲，逐日觀察至第 14 日，比較成蟲群體的產卵能力。供餵食用的粉斑螟蛾卵是否新鮮，對於本種椿象產卵數影響很大，本試驗所使用蛾卵之新鮮度不同，2010 年 6–8 月所使用的蛾卵已儲存半年以上，而 9、10 月所使用的為產出後一個月內之新鮮蛾卵。

於 2010 年 6–8 月期間，以蝦卵飼育若蟲及蛾卵飼育成蟲，每月每袋平均收集 5065–7148 粒；完全以蛾卵飼育者，每月每袋平均僅收集 3651–5815 粒。以各個月份之收集卵數相比，則完全飼以蛾卵者之產卵數顯著低於搭配蝦卵的飼育方式(表 6)。試驗進行至 9 月與 10 月，使用之蛾卵更新後，以蝦卵飼育若蟲及蛾卵飼育成蟲者，每月每袋平均收集 7067–8033 粒；完全以蛾卵飼育者，每月每袋平均收集 7333–7950 粒，此時，兩種飼料之間產卵數差異並未達統計上之顯著性。

討　　論

乾燥蝦卵均為鐵罐裝，密封的鐵罐於開罐前以室溫即可保存，開罐後置於冰箱冷凍層 (-18℃) 保存，經過本試驗歷時 2 年的養蟲結果顯示，開罐後冷凍保存的蝦卵，品質能夠保持穩定不變；但以蛾卵飼育須以新鮮蛾卵的飼養效果較好，保存愈久的卵，養蟲效果愈差，故蝦卵具有較蛾卵更易於保存的優點。因乾燥卵需經過泡水的程序，吸水的卵浮於水面，使用時以吸水紙巾自水面撈取，卵即自然黏著於紙

表 **6.** 以豐年蝦卵配合粉斑螟蛾卵為食餌對於小黑椿產卵之影響

Table 6. Effect of brine shrimp cysts mixed with flour moth eggs as food on production of eggs by female *Orius strigicollis*

	Foods				
	Shrimp cyst + Moth eggs [z]		Moth eggs [y]		
Month in 2010	No. of bags [x]	Eggs/14 d/bag [w] (Mean ± SE)	No. of bags	Eggs/14 d/bag (Mean ± SE)	Significance of eggs difference [v]
Jun.	5	5494 ± 420	25	3823 ± 638	**
Jul.	10	5065 ± 908	28	3651 ± 826	**
Aug.	13	7148 ± 1110	26	5815 ± 1445	*
Sept.	13	7067 ± 1254	26	7333 ± 909	NS
Oct.	3	8033 ± 493	6	7950 ± 988	NS

[z] The foods for *Orius strigicollis* was brine shrimp cysts at nymphal stage and flour moth eggs at adults stage.
[y] The foods for *O. strigicollis* was flour moth eggs only.
[x] There were 150 pairs of adult *O. strigicollis* in each bag.
[w] Eggs produced by *O. strigicollis* were collected for a period of 14 days.
[v] Eggs between different treatments were compared with t test. NS, * and ** are non-significant, significant at 0.05 level and significant at 0.01 level, respectively.

片上，製作卵片甚為方便，因此蝦卵為飼養繁殖小黑椿時很好的替代食餌。

市售進口蝦卵多為 425 g 罐裝，因銷售公司不同，每罐約 780–950 元，平均單價 1.8–2.2 元/g，當一次購買數量多時有可能再調降。購自台南區農業改良場朴子分場的螟蛾卵價格 20 元/mL，相當於 38.5 元/g (1 mL ≒ 0.52 g)，依此計算，蝦卵僅為蛾卵價格之 4.7–5.7%，因此以蝦卵取代蛾卵為飼料，可以節省成本，降低商品小黑椿之售價，有利於推廣與應用。

雌蛾所產的卵收集後，平日儲存於冰箱冷凍層，剛產的卵呈淡黃白色，儲存期間愈長，卵的顏色愈呈深黃褐色，可能因儲存後卵的營養成分改變，根據集體飼育之產卵比較結果顯示，椿象產卵數目受取食之蛾卵品質影響，為避免小黑椿雌蟲產卵能力降低，應以新鮮蛾卵飼育，避免使用儲存較久之蛾卵，以維持穩定正常的產卵數。乾燥蝦卵則比較耐儲存，試驗所使用的蝦卵經冷凍存放 2 年以上，用以飼養小黑椿的生長與產卵始終維持穩定，成為蝦卵的另一項優點。當蛾卵不新鮮或品質不佳時，此種以蝦卵替代部分蛾卵的飼養方法，不但可以維持椿象之正常生長繁殖，並且可以減低蛾卵對椿象產卵不良影響的程度。

目前量產繁殖小黑椿時，多使用蛾卵為食餌，本試驗顯示蝦卵雖然無法完全取代蛾卵，然而小黑椿若蟲期或成蟲期分別以蝦卵或蛾卵飼養，在各種生長係數上，有與蛾卵餵食相同或更優異的表現。尤以蝦卵餵食若蟲及蛾卵餵食成蟲的搭配，若蟲發育期間雖增長，但羽化率正常，且成蟲在壽命相同的情況下，產卵數顯著提高，顯示蝦卵與蛾卵在小黑椿不同生長時期兩者交替為食餌，可以降低飼料成本，提升生產品質，頗值得開發利用。

乾燥的豐年蝦卵須先經過吸水使顆粒飽滿，才能為小黑椿所取食。De Clercq *et al.* (2005) 比較產自美國加州舊金山灣、猶他州或是巴西的蝦卵，結果不同品系蝦卵飼養的同屬小黑椿，若蟲生長與成蟲產卵不完全相同，以舊金山灣的蝦卵飼養效果較好。本試驗完全以美國蝦卵為食餌飼養小黑椿，效果不及以蛾卵飼養者，其若蟲發育期較長，成蟲壽命較短，且雌

蟲一生總產卵數少。經過連續 15 代的長期飼育，生長速度與繁殖率始終表現不佳，小黑椿未有逐漸適應的現象，顯示蝦卵無法完全取代蛾卵，連續世代僅使用蝦卵會使族群逐漸弱化。

當成蟲或若蟲時期分別飼以蛾卵與蝦卵，則較完全以蝦卵餵食的小黑椿於連續世代中能維持穩定的發育與產卵。當若蟲期餵以蛾卵，成蟲餵以蝦卵，則若蟲生長發育速度、羽化率及壽命與完全餵食蛾卵者相同，但經 20 代飼育後平均產卵數較以完全餵食蛾卵者低；至於若蟲期餵以蝦卵，成蟲期餵食蛾卵，則若蟲發育增加 1 日，約佔若蟲與雌成蟲全部生長期的 3.5%，但產卵數卻較完全餵食蛾卵者增加 20% 以上。綜合考量成本與獲利等經濟因素，在繁殖時以蝦卵餵食若蟲、蛾卵餵食成蟲，如此循環交替，為量產時較適合的食餌組合。

引用文獻 (Literature cited)

Arijs, Y. and P. De Clercq. 2001. Rearing *Orius laevigatus* on cysts of the brine shrimp *Artemia franciscana*. Biol. Control 21:79–83.

Arijs, Y. and P. De Clercq. 2004. Liver-based diets for the production of *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthocoridae). BioControl 49:505–516.

Bonte, M. and P. De Clercq. 2008. Developmental and reproductive fitness of *Orius laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae) reared on factitious and artificial diets. J. Econ. Entomol. 101:1127–1133.

De Clercq, P., Y. Arijs, T. Van Meir, G. Van Stappen, P. Sorgeloos, K. Dewettinck, M. Rey, S. Grenier, and G. Febvay. 2005. Nutritional value of brine shrimp cysts as a factitious food for *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthocoridae). Biocontrol Sci. Technol. 15:467–479.

Ferkovich, S. M. and J. P. Shapiro. 2004. Increased egg-laying in *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) fed artificial diet supplemented with an embryonic cell line. Biol. Control 31:11–15.

Ferkovich, S. M., T. Venkatesan, J. P. Shapiro, and J. E. Carpenter. 2007. Presentation of artificial diet: effects of composition and size of prey and diet domes on egg production by *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae). Florida Entomol. 90: 502–508.

Kiman, Z. B. and K. V. Yearman. 1985. Development and reproduction of the predator *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) reared on diets of selected plant material and arthropod prey. Ann. Entomol. Soc. Am. 78:464–467.

Richards, P. C. and J. M. Schmidt. 1996. The effects of selected dietary supplements on survival and reproduction of *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae). Canadian Entomol. 128:171–176.

Riudavets, J., J. Arnó, and C. Castañé. 2006. Rearing predatory bugs with the brine shrimp *Artemia* sp. as alternative prey food. IOBC/wprs Bull. 29: 235–240.

Schmidt, J. M., P. C. Richards, H. Nadel, and G. Ferguson. 1995. A rearing method for the reproduction of large numbers of the insidiosus flower bug, *Orius insidiosus* (Say). Canadian Entomol. 127:445–447.

Tommasini, M. G. and G. Nicoli. 1993. Adult activity of four *Orius* species reared on two preys. Bull. OILB/SROP 16:181–184.

Wang, C. L. 1994. The predacious capacity of tow natural enemies of *Thrips palmi* Karny, *Campylomma chinensis* Schuh (Hemiptera: Miridae) and *Orius sauteri* (Poppius) (Hemiptera: Anthocoridae). Plant Prot. Bull. 36:141–154. (in Chinese with English abstract)

Wang, C. L., Y. J. Wu, M. Y. Hsu, C. T. Yseng, and Y. F. Chang. 1999. Selection of proper food materials for rearing *Orius strigicollis* (Poppius) (Hemiptera: Anthocoridae). Chinese. J. Entomol. 19:319–329. (in Chinese with English abstract)

Wang, F. H., W. R. Zhou, and R. Wang. 1996. Studies on the method of rearing *Orius sauteri*. Chinese J. Biol. Control. 12:49–51. (in Chinese with English abstract)

Zaki, F. N. 1989. Rearing of two predators, *Orius albidepennis* (Reut.) and *Orius laevigatus* (Fieber) on some insect larvae. J. Appl. Entomol. 107: 107–109.

Using Cysts of Brine Shrimp, *Artemia franciscana*, as an Alternative Source of Food for *Orius strigicollis* (Poppius) (Hemiptera: Anthocoridae)[1]

Chiu-Tung Lu[2], Yi-Chung Chiu[2], Meng-Yu Hsu[2],
Chin-Ling Wang[2], and Feng-Chyi Lin[2,3]

Abstract

Lu, C. T., Y. C. Chiu, M. Y. Hsu, C. L. Wang, and F. C. Lin. 2011. Using cysts of brine shrimp, *Artemia franciscana***,** as an alternative source of food for *Orius strigicollis* (Poppius) (Hemiptera: Anthocoridae). J. Taiwan Agric. Res. 60:300–308.

The predatory bug, *Orius strigicollis* (Poppius), is usually mass-reared on eggs of the flour moth, *Cadra cautella* (Walker). The objective of this study was to determine if the rehydrated dry cysts of brine shrimp, *Artemia franciscana*, can be used as an alternative source of food to replace eggs of flour moth for mass rearing of *O. strigicollis*. The *O. strigicollis* were reared on 4 combination food, shrimp cysts for lifetime, moth eggs for lifetime, shrimp cysts for nymph and moth eggs for adult, moth eggs for nymph and shrimp cyst for adult, comparing influence on development and fecundity for successive generations. Complete replacement of moth eggs by shrimp cysts was not feasible, resulting in a longer period of nymphal development, lower emergence rate, shorter adult longevity and a great reduction in adult egg production. Continuous observations were made when *O. strigicollis* was fed separately on shrimp cysts and moth eggs during the nymph stage and the adult stage for 20 successive generations. Comparisons of growth and reproduction were made between those fed only on moth eggs. The results showed that feeding of the bug using shrimp cysts during the nymph stage and moth eggs during the adult stage is an acceptable way for mass rearing. The nymphal developmental period was one day longer than that of the moth egg-fed *O. strigicollis*, however, there was an increase of 23–28% in the number of eggs produced by the female adult. Mass rearing with 150 pairs of adult flower bugs reared together in a unit bag, the numbers of eggs produced were higher than or equal to those fed on moth eggs only. These results showed that the alternating use of shrimp cysts and moth eggs at proper stages is adoptable for long term rearing. This can save the cost of food, and is appropriate for use in the mass production.

Key words: Brine shrimp cyst, *Artemia* sp., *Orius strigicollis*, Mass rearing, Food.

---

1. Contribution No. 2602 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: November 25, 2011.
2. Respectively, Assistant Entomologist, Assistant Entomologist, Project Assistant, Retired Senior Entomologist and Director, and Associate Entomologist, Applied Zoology Division, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Corresponding author, e-mail: fclin@tari.gov.tw; Fax: (04)23317600.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 60(4):309–317 (2011)

乾燥處理及超低溫保存對兩種原生種白花蝴蝶蘭種子活力之影響[1]

相爾璇[2] 蔡媦婷[3,6] 謝廷芳[3] 松本敏一[4] 新野孝男[5]

摘 要

相爾璇、蔡媦婷、謝廷芳、松本敏一、新野孝男。2011。乾燥處理及超低溫保存對兩種原生種白花蝴蝶蘭種子活力之影響。台灣農業研究 60:309–317。

Phalaenopsis amabilis (L.) Blume 及 *Phalaenopsis aphrodite* Rchb. f.為白花原生種蝴蝶蘭，是極重要之育種材料。本研究測試乾燥處理與超低溫保存對該二原生種種子活力的影響，結果顯示 *Phal. amabilis* 無論有無經過超低溫處理，其種子活力率及發芽率皆隨乾燥處理日數之增加而降低。新鮮種子未經過乾燥處理而直接進行超低溫保存後仍有 99.3%之發芽率，而乾燥處理 1、4 或 7 天之種子發芽率分別為 96.7、87.0 或 72.0%。然而，*Phal. aphrodite* 新鮮種子若未經過乾燥處理而直接進行超低溫保存，則種子完全失去活力，種子經播種 4 週後亦完全不生長。而種子經過 1–7 天之乾燥後再進行超低溫保存，種子之活力率雖然由 87.0%降至 77.0%、而發芽率由 97.0%降至 87.0%，但是仍有極高之活性。本研究顯示不同原生種蝴蝶蘭種子對超低溫保存所需之乾燥需求不同，對此二個原生種而言，乾燥處理 1 天後再進行超低溫保存，可保持與新鮮種子相同之活力。

關鍵詞：蝴蝶蘭、種子、超低溫保存。

前 言

蝴蝶蘭 (*Phalaenopsis* spp.) 為單莖著生性蘭科植物，約有 66 種原生種 (Christenson 2001)，主要分佈於南、北迴歸線間之熱帶亞洲地區，台灣的恆春半島及蘭嶼亦為原生地之一。其中 *Phalaenopsis amabilis* (L.) Blume 及 *Phalaenopsis aphrodite* Rchb. f.為蝴蝶蘭屬中極為重要之育種材料，多數之商業品種皆含有此二原生種之親緣。二者之形態及原生地相近，且因為花色純白優雅、花形優美、且具有多花之特性，在商業生產中常被獨立成為一個銷售品項，許多業者仍以種子作為繁殖材料，是相當重要的商業原種及育種親本。

由於蘭科植物種質資源的保存對於蘭花產業發展及生物多樣性有長遠的重要性 (He *et al.* 2010)，且蘭科植物之種子數量大而細小，所需貯藏空間小，極有利於作為種質資源保存的材料

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2604 號。接受日期：100 年 11 月 30 日。
2. 國立嘉義大學園藝系學生。台灣 嘉義市。
3. 本所花卉研究中心聘用副研究員、研究員兼主任。台灣 雲林縣。
4. 日本島根大學生物資源科學部附屬生物資源教育研究中心副教授。日本 島根縣。
5. 日本獨立行政法人農業生物資源研究所種原庫上級研究員。日本 筑波市。
6. 通訊作者，電子郵件：wttsai65@tari.gov.tw；傳真機：(05)5820835。

(Engelmann 1997; Martinez *et al*. 1999; Sakai *et al*. 2000; Gonzalez-Arnoa *et al*. 2008)。而超低溫保存被認為具有便利、低成本、節省空間及人力之優點 (Roos & Davidson 1992)，在-196℃的液態氮中，可穩定保存材料的遺傳特性、降低多次繼代培養產生的突變及污染機會，並維持細胞再生能力 (Tsai & Wang 2006)，為一種可以長期保存植物種質資源的技術 (Bajaj 1995; Towill 1996; Engelmann 2000; Burritt 2008)。

本研究以 *Phal. amabilis* 及 *Phal. aphrodite* 二個白花蝴蝶蘭原生種之種子為材料，調查經乾燥處理及液態氮超低溫保存後之種子發芽能力，以作為未來蝴蝶蘭屬其它原生種種子長期保存研究之參考。

材料與方法

供試材料

以行政院農業委員會農業試驗所花卉研究中心蒐集與栽培的兩個白花蝴蝶蘭原生種 *Phal. amabilis* (L.) Blume 及 *Phal. aphrodite* Rchb. f. 之種內雜交授粉果莢為材料。授粉日期為 2011 年 3 月 9 日，果莢採收期為 2011 年 7 月 25 日。於採收當日，將果莢以 70%酒精擦拭後，經 2% NaOCl 溶液進行表面消毒 10 分鐘，再以無菌水沖洗 3 次，然後於無菌操作台將果莢剖開取出新鮮種子。

試驗設計

試驗採完全逢機設計，每一個原種之新鮮種子經過 0、1、4、或 7 天之乾燥處理，乾燥天數結束再各取部分種子，進行液態氮超低溫處理 1 小時 (+ LN) 與不處理 (− LN) 兩種處理方式，計有乾燥 0 天 −LN、乾燥 0 天 + LN、乾燥 1 天 − LN、乾燥 1 天 + LN、乾燥 4 天 − LN、乾燥 4 天 + LN、乾燥 7 天 − LN、乾燥 7 天 + LN，共 8 種處理，每處理重複 3 次，經此處理後再進行種子活力率與發芽率檢測。

種子乾燥處理

新鮮種子均分成 12 份，各用已滅菌之 9.5 cm × 9.5 cm 秤藥紙包裝。在直徑 10 cm 已滅菌玻璃培養皿中放入 14 g 高溫乾燥之矽膠粒，每一培養皿放 4 包種子，蓋上皿蓋再以石蠟膜封口。隨即將玻璃培養皿放入直徑 30 cm 的乾燥缸，乾燥缸底部置入 200 g 矽膠粒，再將乾燥缸置於 25℃組培室。無超低溫處理者，經過乾燥 1、4、或 7 天之後，自培養皿內隨機各取出 1 包種子，進行活力及發芽率檢測。

超低溫保存與回溫處理

每個原種種子經過 1、 4、或 7 天乾燥處理之後，自乾燥缸之培養皿內各隨機取出 1 包種子，裝入已滅菌之 2 mL 冷凍管中，再放入冷凍盒後投入液態氮中。經 1 小時後取出冷凍管，迅速投入 40℃水浴槽中解凍 1 分鐘，然後進行種子活力與發芽率檢測。

種子 TTC 活力檢測

於 5 mL 固定瓶中加入 1.5 mL 之 1% TTC (triphenyl tetrazolium chloride, pH7.0) 染劑，然後將種子倒入固定瓶中，於 30℃、黑暗之恆溫箱中染色 24 小時。之後將種子取樣置於載玻片上，利用光學顯微鏡觀察並調查種子被染色之情形。每支固定瓶隨機算取 200 粒有胚種子，以胚被染成洋紅色者代表種子具有活力 (圖 1A、1B)，呈現淡粉紅色 (圖 1A) 或是不被染色 (圖 1B) 者視為不具活力。

種子活力率 (%) = (胚呈洋紅色之種子數/有胚種子數) × 100

種子發芽率檢測及生長調查

取 2 mL 已滅菌冷凍管，於距底部 2 mm 處劃上刻度，然後將種子倒入至試管之刻度處，再加入無菌水至 2 mL 後搖晃均勻，製成種子懸浮液。然後以吸管吸取 0.6 mL 種子懸浮液，播種於直徑 55 mm 培養皿中。培養皿內為 7 mL 含 Knudson C (1946) 無機鹽類、蔗糖 20 g L^{-1}

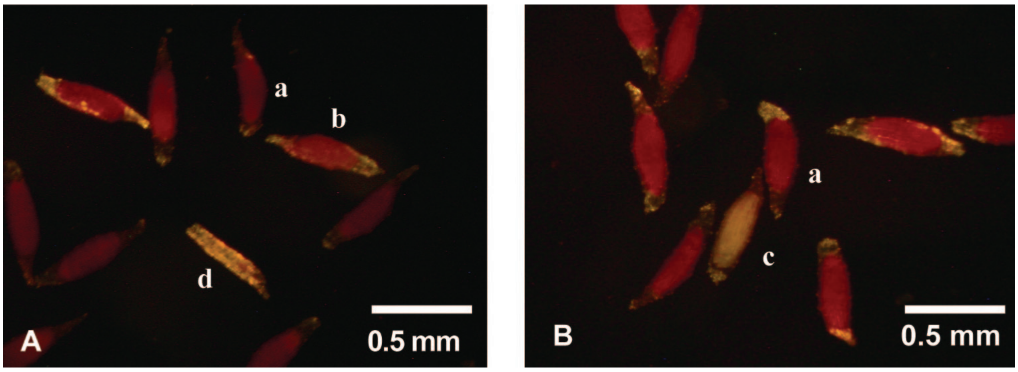

圖 1. TTC 染色法測定蝴蝶蘭種子活力。(A) *Phalaenopsis aphrodite*；(B) *Phalaenopsis amabilis*；(a) 胚具活力；(b) 及(c) 胚不具活力；(d) 無胚種子。

Fig. 1. Viability tests of seeds of *Phal. aphrodite* (A) and *Phal. amabilis* (B) by the TTC staining method. Note differences in color of viable seeds (a), non-viable seeds (b and c) and embryoless seed (d).

及馬鈴薯 34 g L^{-1}、pH 5.8 之洋菜固體培養基。然後將培養皿置於 26℃ ± 1℃、光期 12 小時、33 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ PPFD (photosynthetic photon flux density) 環境下培養。之後每隔一週於解剖顯微鏡下觀察及量測胚之生長增大情形，計調查 4 週，每個培養皿隨機量測 30 粒有胚種子之胚的平均直徑。發芽率則以播種 2 週後，胚直徑膨大 2 倍以上者視為發芽，每個培養皿隨機算取 200 粒有胚種子。

發芽率 (%) = (播種 2 週後胚膨大 2 倍以上之種子數/有胚種子數) ×100

統計分析

活力率與發芽率資料在進行分析之前先予以 Sin^{-1} 角度轉換，再以 COSTAT 6.2 統計分析軟體 (CoHort Software, USA) 進行變方分析 (analysis of variance, ANOVA) 及最小顯著差異性 (Least significant difference, LSD) 測驗比較各處理間平均值之差異。

結　果

Phal. amabilis 新鮮種子之活力 (即 TTC 之染色率) 及發芽率分別為 93.3 %及 100.0 %，其經乾燥處理及超低溫保存後之種子活力及發芽率如表 1 所示。無論有無經過超低溫保存處理，其種子活力及發芽率皆隨乾燥處理日數之增加而降低，而且乾燥處理 1 或 4 天之種子活力及發芽率降低幅度較小，而乾燥處理 7 天後之種子無論活力及發芽率皆大幅下降。而且種子經過相同之乾燥日數，無論有無經過超低溫保存，其活力及發芽率無顯著差異。至於以染色率所代表之活力雖較發芽率為低，但是與發芽率有相同之趨勢。

另外，*Phal. aphrodite* 種子經乾燥處理及超低溫保存處理後之種子活 力 及發芽率如表 2 所示。無經過超低溫保存者，其種子 TTC 染色率 由 96.0%降至 69.3%，而發芽率則由 97.7%降至 83.7%，雖然皆隨乾燥處理日數之增加而降低，但是下降之幅度較 *Phal. amabilis* 小。而且新鮮種子若未經過乾燥處理即直接進行超低溫保存處理，則種子完全失去活力，且完全不發芽 (表 2、圖 2A)。而種子經過 1–7 天之乾燥後，再進行超低溫保存，雖然種子之活力由 87.0%降至 77.0%，而發芽率由 97.0%降至 87.0%，但是仍有相當之活性 (表 2、圖 2B)。

Phal. amabilis 種子經乾燥處理及超低溫保存後，將種子進行無菌播種，其原球體生長速

表 1. 種子乾燥處理日數及超低溫保存對 *Phalaenopsis amabilis* 種子活力及發芽率之影響

Table 1. Effects of drying treatment and cryopreservation on seed viability and seed germination of *Phal. amabilis*

Treatment [z]	Seed drying (d)	Seed viability (%)	Seed germination (%)
− LN	0	93.3 ± 0.5 a [y]	100.0 ± 0.0 a
	1	91.7 ± 0.5 ab	97.0 ± 0.8 b
	4	87.7 ± 0.5 c	88.0 ± 0.8 c
	7	59.0 ± 2.2 d	69.7 ± 2.4 d
+ LN	0	91.7 ± 0.9 ab	99.3 ± 0.5 a
	1	88.7 ± 1.3 c	96.7 ± 0.9 b
	4	89.7 ± 1.7 bc	87.0 ± 0.8 c
	7	62.7 ± 1.7 d	72.0 ± 2.2 d

[z] − LN, without cryopreservation; + LN, with cryopreservation.
[y] Values are Mean ± standard error (n = 3). Means followed by the same letter(s) within each column are not significant difference at 5% level by LSD test. Percentage data were arcsine-square-root transformed prior to analysis.

表 2. 種子乾燥處理日數及超低溫保存對 *Phalaenopsis aphrodite* 種子活力及發芽率之影響

Table 2. Effects of drying treatment and cryopreservation on seed viability and seed germination of *Phal. aphrodite*

Treatment [z]	Seed drying (d)	Seed viability (%)	Seed germination (%)
− LN	0	96.0 ± 0.8 a [y]	97.7 ± 0.5 a
	1	89.0 ± 0.8 b	96.0 ± 0.8 a
	4	70.7 ± 2.1 d	90.0 ± 0.8 b
	7	69.3 ± 0.9 d	83.7 ± 3.7 c
+ LN	0	0.0 ± 0.0 e	0.0 ± 0.0 d
	1	87.0 ± 1.4 b	97.0 ± 0.8 a
	4	78.7 ± 1.3 c	87.0 ± 1.6 bc
	7	77.0 ± 0.8 c	87.0 ± 0.8 bc

[z] − LN, without cryopreservation; + LN, with cryopreservation.
[y] Values are Mean ± standard error (n = 3). Means followed by the same letter(s) within each column are not significant difference at 5% level by LSD test. Percentage data were arcsine-square-root transformed prior to analysis.

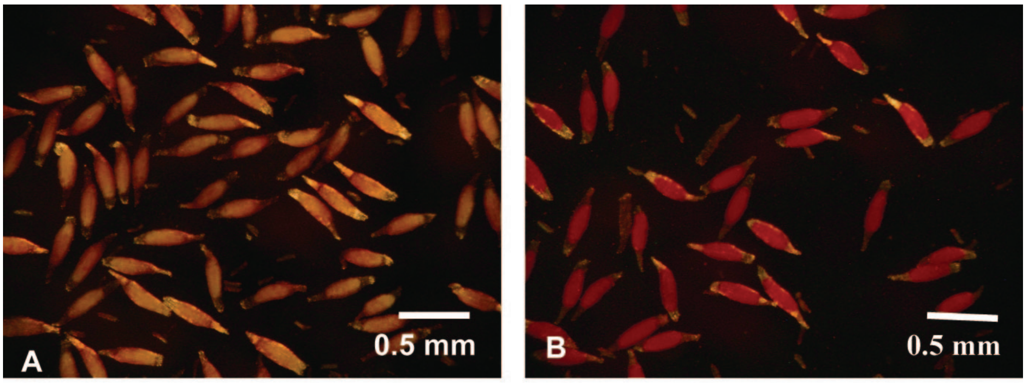

圖 2. 乾燥預處理 7 天對超低溫保存後 *Phalaenopsis aphrodite* 種子 TTC 活力檢測之影響。(A) 未乾燥處理；(B) 乾燥處理 7 天。

Fig. 2. Effect of drying treatment and cryopreservation on seed viability of *Phal. aphrodite*. Seeds were stained by the TTC method. Note differences in seed color in the sample treated with cryopreservation only (A) and the sample dried for 7 days prior to cryopreservation (B).

率如圖 3 所示。未經過超低溫處理者，播種後 4 週後原球體之生長，以乾燥處理 1 天者生長較快，其次為乾燥 4 或 7 天者，未經乾燥處理者生長較慢 (圖 3A)。而種子經過 0–7 天之乾燥後，再進行超低溫處理，經播種後其生長幾無差異 (圖 3B)。

Phal. aphrodite 種子經乾燥處理及超低溫保存後，將種子進行無菌播種，其原球體生長速率如圖 4 所示。未經過超低溫處理者，在 0–7 天乾燥前處理，其原球體在播種後 4 週之

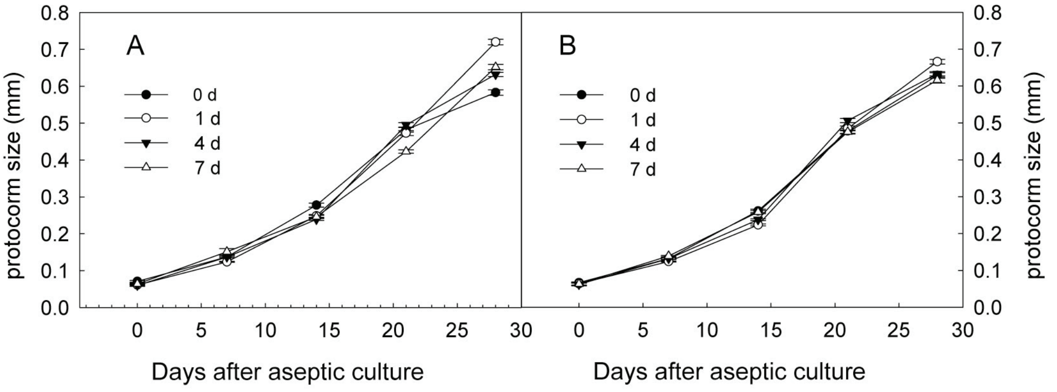

圖 3. 乾燥處理日數及超低溫保存對 *Phalaenopsis amabilis* 種子無菌播種原球體生長之影響。(A) 無超低溫處理；(B) 超低溫處理。

Fig. 3. Effects of drying period and cryopreservation of seeds on the protocorm growth of *Phal. amabilis*. (A) Seeds without cryopreservation; (B) Seeds with cryopreservation. The vertical bars indicate standard deviation.

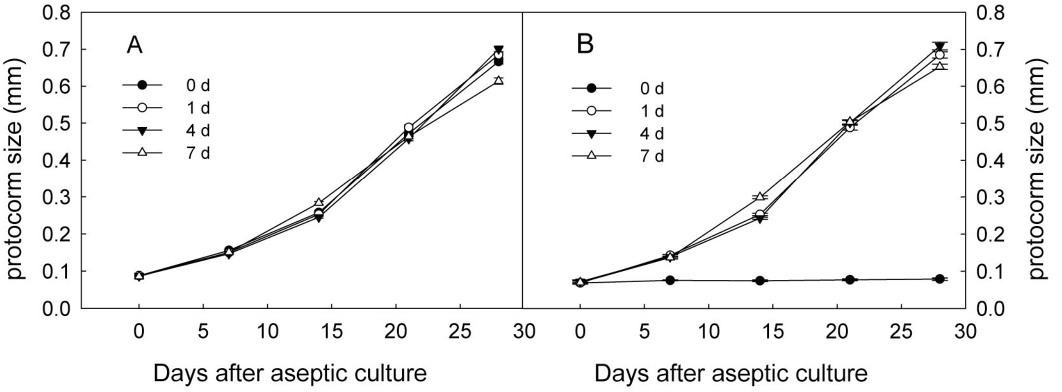

圖 4. 乾燥處理日數及超低溫保存對 *Phalaenopsis aphrodite* 種子無菌播種原球體生長之影響。(A) 無超低溫處理；(B) 超低溫處理。

Fig. 4. Effects of drying period and cryopreservation of seeds on the protocorm growth of *Phal. aphrodite*. (A) Without cryopreservation; (B) With cryopreservation. The vertical bars indicate standard deviation.

生長速率並無差異 (圖 4A)。而未經乾燥即進行超低溫貯藏者，解凍後種子 TTC 檢測則呈現沒活力 (圖 2A)，經播種 4 週後亦完全不生長 (圖4B、圖5A)。而種子經過1–7天乾燥處理後，再經超低溫處理，其種子可正常發芽且原球體生長速率無差異 (圖 4B)，播種 4 週後之原球體已產生吸收毛 (圖 5B)。

討　論

許多研究指出，植物組織中含有水分，利用超低溫液態氮保存處理時，細胞內易因形成冰晶而破壞造成死亡 (Sakai *et al.* 1990; Pence 1992; Vendrame *et al.* 2007)。因此適當的脫水和保護可以增加抗凍性而提升發芽率，而良好的脫水步驟是成功的關鍵。Hirano *et al.* (2009) 指出，使用 PVS2 (plant vitrification solution 2) 來預處理脫水乾燥，有嚴格的條件和規範，預處理的時間和溫度，皆因不同品種而有所差異，所以不利於進行大規模的冷凍保存。雖然 PVS2 常被作為超低溫保存時之冷凍保護劑，但因蝴蝶蘭的種子細小，僅有未分化原始胚而不含胚乳，且水分含量相對少，因此本研究不採用玻璃質液處理方法，而以矽膠粒進行乾燥脫水。由表 1 與表 2 顯示乾燥處理後再經超低溫處理，其種子活力與發芽率皆高於 60%，證明運用矽膠粒達到乾燥的可行性。

Hirano *et al.* (2009) 指出，鶴頂蘭 (*Phaius tankervilleae*) 之成熟種子以超低溫保存在 -196℃的液態氮下，不管是放入 30 分鐘或 12 個月的時間，種子的活力和發芽率皆不受影響，所以短期的液態氮浸入，得到的結果就可以用來估算長期的保存效果。因此本研究以置入液態氮 1 小時後之發芽率代表長期貯藏後之種子活力。

植物物種或品種間基因組成或生理成熟程度不同，因此對於低溫保存的最適含水量與乾燥脫水的反應會有所差異 (Hirano *et al.* 2009)。有研究指出，部份蘭科種子不需經過預處理，就可以成功地達到超低溫保存的效果 (Pritchard 1984; Pritchard *et al.* 1999; Thammasiri 2000; Nikishina *et al.* 2001)。然而有些蘭科種子已被證實，如欲長期保持活力，其種子含水量則需要由 5%降至 3%，才有利於超低溫的長期保存

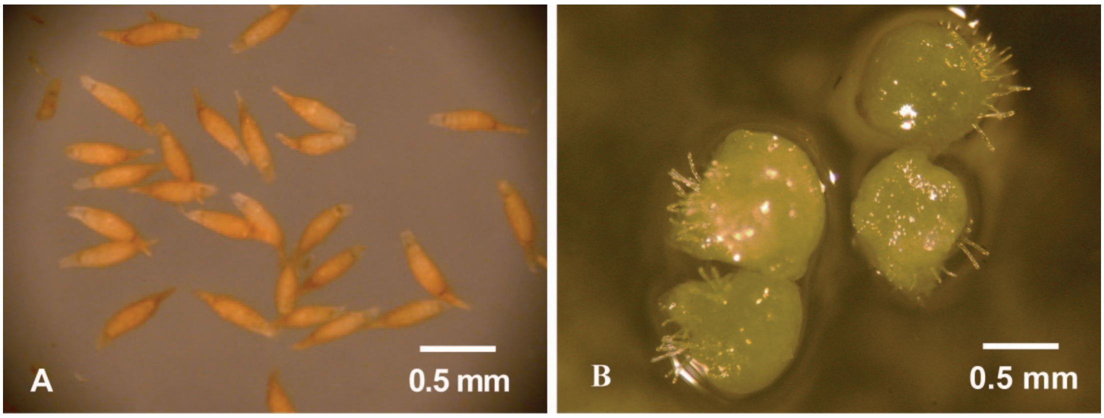

圖 5. *Phalaenopsis aphrodite* 種子經超低溫處理後進行無菌播種 4 週之原球體生長情形。(A) 未乾燥處理；(B) 乾燥處理 7 天。

Fig. 5. Formation of protocorms of *Phal. aphrodite* from seeds dried for 7 days, treated with cryopreservation and then cultured for 4 weeks under aseptic conditions (B). Note no germination of cryopreserved seeds without drying treatment (A).

(Seaton & Hailes 1989; Pritch ard *et al*. 1999)。本研究結果顯示，*Phal. amabilis* 種子即使不經過乾燥處理而直接進行超低溫保存，仍有極高之活力與發芽率 (表 1、圖 3)，但是 *Phal. aphrodite* 種子則完全失去活性及發芽能力 (表 2、圖 4B、圖 5A)，顯示不同原生種蝴蝶蘭之種子仍有極大差異，而此差異是否因為新鮮種子之含水量不同所造成，仍需進一步研究。然而兩個原生種種子經過 1 天乾燥後，皆可達 96%以上之發芽率，且發芽率隨乾燥日數增加而降低 (表 1、2)。因此建議此兩個原生種的種子在進行冷凍保存之前，先乾燥處理 1 天為較佳。

另外，已有研究證明 TTC 染色法可以成功地估計蘭科種子的存活率，並證實在長期保存後的種子發芽率 (Singh 1981; Van Waes & Debergh 1986a, b)，因此本研究以 TTC 染色法估算種子活力，並與播種發芽率進行比較，結果顯示以 TTC 染色法估算之種子活力率，皆較實際之播種發芽率為低 (表 1、2)，推測其原因可能是因為本研究將胚染色後呈淡粉紅色者視為無活力種子所造成的結果。但是因為活力率之變化趨勢與播種發芽率相近，因此，TTC 檢測結果仍可視為蝴蝶蘭種子活力之參考指標。

本研究比較兩種白花蝴蝶蘭原生種種子之簡易乾燥處理對超低溫保存後活力之影響，並證明其可行性，可做為未來蘭科種子超低溫保存研究之參考依據。

誌 謝

本研究承蒙農業試驗所作物組呂椿棠博士協助統計分析，特致謝忱。

引用文獻 (Literature cited)

Bajaj, Y. P. S. 1995. Cryopreservation of plant cell, tissue and organ culture for the conservation of germplasm and biodiversity. p.3–18. *in*: Biotechnology in Agriculture and Forestry Cryopreservation of Plant Germplasm I. (Bajaj, Y. P. S., ed.) Springer, New York.

Burritt, D. J. 2008. Efficient cryopreservation of adventitious shoots of *Begoniax erythrophylla* using encapsulation-dehydration requires pretreatment with both ABA and proline. Plant Cell Tiss. Organ Cult. 95:209–215.

Christenson, E. A. 2001. *Phalaenopsis*: A monograph. Timber Press Inc. Portland, Oregon, USA. 396 pp.

Engelmann, F. 1997. *In vitro* conservation methods. p.119–162. *in*: Biotechnology and Plant Genetic Resources: Conservation and Use. (Ford, B. V., J. H. Newburry, and J. A. Callow, eds.) CAB International. Wallingford, UK.

Engelmann, F. 2000. Importance of cryopreservation for the conservation of plant genetic resources. p. 8–20. *in*: Cryopreservation of Tropical Germplasm Current Research Progress and Application. (Engelmann, F. and H. Takagi, eds.) Japan International Research Center for Agriculture Sciences and International Plant Genetic Resources Institute, Rome.

He, M. G., R. X. Wang, X. Q. Song, S. Q. Song, and R. L. Zhang. 2010. Study on cryopreservation of *Dendrobium chrysanthum* (Orchidaceae) seeds. Acta Bot. Yunnanica. 32:334–338. (in Chinese with English abstract)

Hirano, T., T. Godo, and K. Miyoshi. 2009. Cryoprevervation and low-temperature storage of seeds of *Phaius tankervilleae*. Plant Biotechnol. Rep. 3: 103–109.

Gonzalez-Arnoa, M. T., A. Panta, W. M. Roca, R. H. Escobor, and F. Engelmann. 2008. Development and large scale application of cryopreservation technique of shoot and somatic embryo cultures of tropical crops. Plant Cell Tiss. Organ Cult. 92: 1–13.

Knudson, L. 1946. A new nutrient solution for the germination of orchid seeds. Amer. Orchid Soc. Bull. 15:214–217.

Martinez, D., S. R. Tames, and A. M. Revilla. 1999. Cryopreservation of in vitrogrown shoot-tips of hop (*Humulus lupulus* L.) using encapsulation/dehydration. Plant Cell Rep. 19:59–63.

Nikishina, T. V., A. S. Popov, G. L. Kolomeitseva, and B. N. Golovkin. 2001. Effect of cryopreservation on seed germination of rare tropical orchids. Russ. J. Plant Physiol. 48:810–815.

Pence, V. C. 1992. Desiccation and the survival of *Aesculus*, *Castanea*, and *Quercus* embryo axes through cryopreservation. Cryobiology 29:391–399.

Pritchard, H. W. 1984. Liquid nitrogen preservation of terrestrial and epiphytic orchid seed. CryoLetters 5:295–300.

Pritchard, H. W., A. L. C. Poyner, and P. T. Seaton. 1999. Interspecific variation in orchid seed longevity in relation to ultra-dry storage and cryopreservation. Lindleyana 14:92–101.

Roos, E. E. and D. A. Davidson. 1992. Record longevities of vegetable seeds in storage. HortScience 27:393–396.

Sakai, A., S. Kobayashi, and I. Oiyama. 1990. Cryopreservation of nucellar cells of navel orange (*Citrus sinensis* Osb.var. *brasiliensis* Tanaka) by vitrification. Plant Cell Rep. 9:30–33.

Sakai, A., T. Matsumoto, D. Hirai, and T. Niino. 2000. Newly developed encapsulation/dehydration protocol for plant cryopreservation. CryoLetters 21:53–62.

Seaton, P. T. and N. S. J. Hailes. 1989. Effect of temperature and moisture content on the viability of *Cattleya aurantiaca* seeds. p.17–29. *in*: Modern Methods in Orchid Conservation: The Role of Physiology, Ecology, and Management. (Pritchard, H.W., ed.) Cambridge University Press, Cambridge.

Singh, F. 1981. Differential staining of orchid seeds for viability testing. Amer. Orchid Soc. Bull. 50:416–418.

Thammasiri, K. 2000. Cryopreservation of seeds of a Thai orchid (*Doritis pulcherrima* Lindl.) by vitrification. CryoLetters 21:237–244.

Towill, L. E. 1996. Vitrification as a method to cryopreserve shoot tips. p.297–304. *in*: Plant Tissue Culture Concepts and Laboratory Exercises. (Trigiano, R. S. and D. J. Gray, eds.) CRC Press. Boca Raton.

Tsai, K. S. and Y. N. Wang. 2006. Study on Cryopreservation of *Chamaecyparis obtusa* var. *formosana* by vitrification technique. Quar. J. Chin. For. 39: 469–475. (in Chinese with English abstract)

Vendrame, W. A., V. S. Carvalho, and J. M. M. Dias. 2007. *In vitro* germination and seedling development of cryopreserved *Dendrobium* hybrid mature seeds. Sci. Hort. 114:188–193.

Van Waes, J. M. and P. C. Debergh. 1986a. Adaptation of the tetrazolium method for testing the seed viability, and scanning electroscopy study of some Western European orchid. Physiol. Plant. 66:435–442.

Van Waes, J. M. and P. C. Debergh. 1986b. *In vitro* germination of some Western European orchid. Physiol. Plant. 67:253–261.

Effects of Drying Treatment and Cryopreservation on Seed Viability of *Phalaenopsis amabilis* and *Phalaenopsis aphrodite*[1]

Eur-Hsuan Hsiang[2], Wei-Ting Tsai[3,6], Ting-Fang Hsieh[3],

Toshikazu Matsumoto[4], and Takao Niino[5]

Hsiang, E. H., W. T. Tsai, T. F. Hsieh, T. Matsumoto, and T. Niino. 2011. Effects of drying treatment and cryopreservation on seed viability of *Phalaenopsis amabilis* and *Phalaenopsis aphrodite*. J. Taiwan Agric. Res. 60:309–317.

Phalaenopsis amabilis (L.) Blume and *Phalaenopsis aphrodite* Rchb. f., are important native species of white flower *Phalaenopsis* used in the orchid breeding program. The objective of this study was to determine effects of seed-drying and cryopreservation on seed viability of these two native *Phalaenopsis* species. Results showed that viability and germination of *Phal. amabilis* seeds, with or without cryopreservation treatment, decreased with increased time of drying treatment. Germination rates of seeds of *Phal. amabilis* drying for 0, 1, 4 and 7 days and then treated by cryopreservation were 99.7, 96.7, 87.0 and 72.0%, respectively. In *Phal. aphrodite*, cryopreservation of fresh seeds without pre-treatment of seed drying resulted in complete loss of seed viability and germinability. However, when the seeds were dried for 1–7 days and then treated with cryopreservation, viability and germination of seeds of *Phal. aphrodite* remained high, 77.0% for viability and 87.0% for germination. These results indicate that the time required for seed drying treatment before cryopreservation varies between *Phal. amabilis* and *Phal. aphrodite* and that seeds drying for 1 day before cryopreservation can maintain the same viability as the fresh seeds without cryopreservation.

Key words: *Phalaenopsis amabilis*, *Phalaenopsis aphrodite*, Seed, Cryopreservation.

---

1. Contribution No. 2604 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: November 30, 2011.
2. Senior student, Department of Horticulture, National Chiayi University, Chiayai, Taiwan, ROC.
3. Associate Researcher and Researcher, Floriculture Research Center, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.
4. Associate Professor, Education and Research Center for Biological Resources, Faculty of Life and Environmental Sciences, Shimane University, Shimane, Japan.
5. Senior Scientist, Genebank, National Institute of Agrobiological Sciences, Tsukuba, Japan.
6. Corresponding author, e-mail: wttsai65@tari.gov.tw; Fax: (05)5820835.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 60(4):318–327 (2011)

台灣龍眼果實性狀評估與分類 [1]

薛吉人[2] 王婉伶[3,5] 張哲瑋[4] 蔡智賢[2]

摘 要

薛吉人、王婉伶、張哲瑋、蔡智賢。2011。台灣龍眼果實性狀評估與分類。台灣農業研究 60:318–327。

本試驗係於 2010 年以農業試驗所嘉義試驗分所龍眼種原園中的 36 種栽培品種為材料，調查其果實性狀，而後以集群分析 (Clustering Method) 進行分群，以利評估各栽培品種間的相似性與差異性，以為龍眼育種之參考。結果顯示，36 種栽培品種可區分為 5 個集群。集群 A 與集群 B 的單果重、果肉重及平均果徑均較高，但集群 A 的種子重較集群 B 為低。集群 A 中以'水貢'較具發展優勢，其平均單果重 14.9 g，平均果肉重 10.2 g，果肉率 68.1%，總可溶性固形物 17.2°Brix，其次為'Ponyai'和'紅殼硬枝'。集群 E 的單果重、種子重、果肉重及平均果徑雖較其他集群為低，但一年四季皆可開花結果且總可溶性固形物高達 22.6°Brix 的'四季眼'，及果肉率高達 73.5%的'埔尾小核'亦存在育種發展潛力。

關鍵詞：龍眼、種原、果實品質、集群分析。

前 言

龍眼在植物分類學上屬於無患子科 (Sapindaceae) 龍眼屬 (*Dimocarpus*)，與荔枝近緣，為亞熱帶常綠果樹，原產中國南方及越南北部 (Leenhouts 1971; Wong 2000; Xia & Gadek 2007)。龍眼屬有 7 個種，其中以龍眼 (*Dimocarpus longan* Lour.) 最廣為經濟栽培，可區分為 *D. longan* ssp. *longan* 與 *D. longan* ssp. *malesianus* 兩個亞種 (Leenhouts 1971, 1973; Lo & Chen 1979; Wong 2000; Xia & Gadek, 2007)。其中，生長在馬來西亞沙勞越 (Sarawak) 的 *D. longan* ssp. *malesianus* var. *malesianus* 與越南南方的 *D. longan* ssp. *longan* var. *longepetiolatus* 為不經低溫氣候誘導即可形成花芽的龍眼變種 (FAO 2004; Wong 2001)。

龍眼在中國栽培歷史超過 2000 年，有超過 300 種的栽培品種，分布於福建、廣東、廣西、四川、雲南、海南等地，主要栽培品種有'福眼'、'烏龍嶺'、'赤殼'、'石硤'、'儲良'、'大烏圓'和'廣眼' (Deng 1995; Li *et al.* 2010; Liu & Ma 2001; Menzel *et al.* 2005; Pan & Tang

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2606 號。接受日期：100 年 11 月 18 日。
2. 國立嘉義大學園藝學系碩士研究生、教授。台灣 嘉義市。
3. 高雄市政府工務局養護工程處公園工程科幫工程司。台灣 高雄市。
4. 本所嘉義試驗分所園藝系副研究員兼系主任。台灣 嘉義市。
5. 通訊作者，電子郵件：wanling@kcg.gov.tw；傳真機：(07)3315397。

2006)。泰國為目前世界第一大龍眼外銷出口國，栽培品種超過 15 種，主要栽培品種為‘E Daw’、‘See Chompoo’、‘Haew’及‘Biew Khiew’ (Anupunt & Sukhvibul 2005; Chomchalow *et al.* 2008; Menzel *et al.* 2005; Subhadrabandhu & Yapwattanaphun 2001)。越南則主要栽培‘Nhan Lông’、‘Nhan Cui’、‘Long Nhan’與‘Tieu Da Bo’ (FAO 2004)。而澳洲、美國佛羅里達州以‘Kohala’為主要栽培品種 (Campbell & Campbell 2001; Menzel *et al.* 2005; Nicholls 2001)。在台灣廣泛栽培的‘粉殼’，為果農自行選出的實生變異品種 (Hsu 1996)。

龍眼在生產上引種頻繁，同種異名 (Synonym)、同名異種 (Antonym) 的現象嚴重。透過分類研究可為龍眼種質資源的起源、進化、評估及利用提供科學依據。龍眼種質資源分類研究包括形態學、細胞學、生物化學及 DNA 分子標誌等方面，其中形態學因簡單直觀而佔主要地位 (Gao *et al.* 2007)。在果實評估與分類上，廣州的 19 種龍眼引進種，肉質、果形差異較大外，其他性狀差異不大 (Li *et al.* 2010)。透過主成份分析 (Principal Component Analysis) 則可有效減少觀測的項目 (Hatcher 1994)。其中，單果重、果形指數、果肉率和果肉厚度百分率可做為龍眼果實品質評估的簡化指標 (Li *et al.* 2010)。而集群分析 (Cluster Analysis) 為一種數學方法，用以將相似的物群進行歸納排序。透過 (1) 建立資料矩陣；(2) 選擇性標準化資料矩陣；(3) 計算其相似係數；(4) 以集群方法處理相似係數，結果供繪製樹狀圖 (Romerburg 1988)。集群分析不僅可對電泳條帶結果進行物種的分類歸群 (Chiang *et al.* 2010; Zhong *et al.* 2007; Zhong *et al.* 2004)，果實性狀方面亦有採用之 (Zhu *et al.* 2006)。

本分所已蒐集國內各地方優良栽培品種 77 種，國外品種 11 種，共計 88 品種以高接方式保存繁殖。所蒐集的栽培品種包括‘紅殼硬枝’、‘粉殼’、‘水貢’、‘福眼’、‘石硤’、‘Sak Ip’、‘Kohala’、‘Ponyai’等。本研究即對本分所龍眼種原 36 種栽培品種依果實性狀進行集群分析，將其分群歸類、以為龍眼育種選用親本之參考。

材料與方法

本研究於 2010 年調查農業試驗所嘉義試驗分所種原區內，盛花期 (於 3 月中、下旬) 後 100–145 天 (於 7 月中旬至 8 月中旬) 的 36 種龍眼栽培品種果實，每栽培品種取 20 果進行調查。

果徑調查細分為二，一為果頰徑 (Fruit Cheek Diameter)、一為果腹徑 (Fruit Suture Diameter)。因龍眼部分栽培品種的果實於成熟期間，果徑明顯有一側較寬，如‘石硤’於花後 101 天，較寬的果徑為 2.5 cm，較窄的果徑為 2.3 cm (Han *et al.* 2007)。大陸農業部 (Ministry of Agriculture of the People's Republic of China) 並於《農作物種質資源鑑定技術規程—龍眼》將龍眼果徑細分最大直徑與最小直徑 (MAPRC 2007)。但對果徑大小、寬窄在果實形態上所量測的位置尚不一致。而龍眼果實特徵相似於荔枝，但果皮較為平滑、無明顯的縫合線 (Menzel *et al.* 2005)。惟果皮近軸面存在有自果實基部向果頂輻射的放射紋 (MAPRC 2007)。故放射紋存在的一側視為果實腹面，而順著赤道線垂直於果實腹面則以為果實頰面。觀察結果顯示，較寬的果徑存在於果實頰面，較窄的果徑於果實腹面。持電子游標尺量測果實頰面赤道徑以為果頰徑、量測果實腹面赤道徑視為果腹徑 (圖 1)。

以電子天平秤量單果重後，將果皮、果肉及種子分離，再分別秤量果皮重及種子重。果肉則壓搾成汁，以手持式糖度屈折計 (N-1α, ATAGO Co. Ltd., Tokyo, Japan) 測定總可溶性固形物含量。其後，計算果肉重、平均果徑、

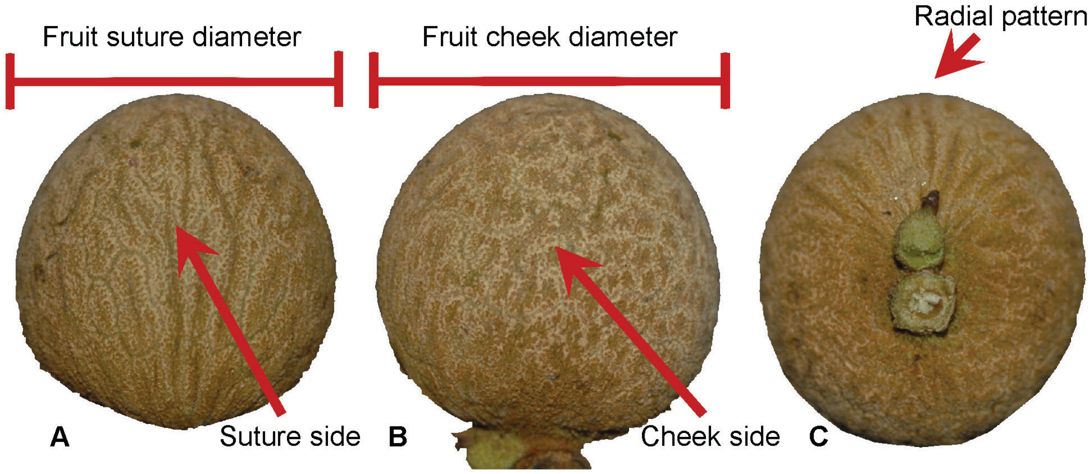

圖1. 龍眼果實 (A) 果腹面；(B) 果頰面；及 (C) 放射紋之示意圖。龍眼的果皮外觀無明顯縫合線，在果腹處僅存有放射紋，於赤道線上垂直果腹面者則為果頰面。果腹徑係量測果腹面赤道徑，果頰徑係量測果頰面的赤道徑。

Fig. 1. Illustration of longan fruits showing suture side (A); cheek side (B); and surface radial pattern (C). The pericarp of a longan fruit has no obvious suture line but it has clear radial patterns on the suture side (A). The cheek side is vertical to the suture side along the equatorial zone. Diameter of fruit suture was measured on the equatorial zone of the suture side from one cheek side's central point to the other, and diameter of fruit cheek was measured on the cheek side from the suture side's central point to its opposite side's central point.

果頰徑與果腹徑比值。此外，亦參考龍眼法典標準 (FAO/WHO 2007)，依果實平均果徑將調查的果實予以分級。

數據以 SAS 9.0 (SAS Institute Inc., North Carolina, USA) 套裝軟體進行集群分析：(1) 以 36 種栽培品種的單果重、種子重、果肉重、平均果徑、果頰徑與果腹徑比值和總可溶性固形物等 6 項的平均值建立資料矩陣；(2) 將資料矩陣進行標準化程序，使其平均數為 0，標準偏差為 1，以降低集群間的變異數；(3) 以標準化的資料矩陣計算相似係數；(4) 再採以 Ward 的方法進行集群分析，並繪製樹狀圖 (Romerburg 1988; SAS Institute Inc. 2004)。

結　果

36 種龍眼栽培品種中，有 9 種栽培品種果實平均果徑超過 28.7 mm，果實大小在龍眼分級標準中可標記為第 1 級者，屬於大果品種，其果實平均單果重皆超過 13.5 g、平均果徑大於 28.0 mm，包括有‘紅殼硬枝’、‘青殼’、‘Ponyai’、‘水貢’、‘阿成種’、‘大粉殼’、‘白霧’、‘菱角種’、‘石硤’。而‘半嶺’、‘緞繻’、‘龍目’、‘內門早生’、‘鈕仔眼’、‘福眼’、‘美國 21 號’、‘四季眼’、‘聰仔’、‘粉殼’、‘埔尾小核’等 11 種栽培品種果實大小列為第 5 級，其平均單果重皆小於 8.5 g、平均果徑小於 25.0 mm。36 種栽培品種間的平均單果重的變異係數為 10.0%。整體上，果實大小為第 1 級者即佔 25.0%，以‘紅殼硬枝’平均果徑 31.2 mm 為最高。第 4 級者佔 22.2%，而果實大小為第 5 級者有 30.6%，以‘福眼’ (21.6 mm)、‘粉殼’ (21.8 mm)、‘美國 21 號’ (21.3 mm) 為最低 (表 1)。

就平均種子重而言，36 種栽培品種間的變異係數為 11.2%。其中以‘白霧’的平均種子重最

高 (2.9 g)，而'埔尾小核'的平均種子重最低 (0.6 g)。計算種子率可知'埔尾小核'的種子亦最小，僅 9.4%。而平均單果重最大的'紅殼硬枝'，其種子率為 11.2%，與'石硤' (11.1%) 相近。在平均果肉重方面，以'紅殼硬枝'最高 (11.3 g)，其次為'白霧'、'水貢'和'大粉殼'，分別為 10.6 g、10.2 g 和 10.1 g。而以'福眼'、'粉殼'及'美國 21 號'最低，分別為 3.8 g、3.5 g 及 3.5 g。次低者'鈕仔眼'、'緞纁'、'四季眼'、'龍目'和'埔尾小核'等，分別為 4.2 g、4.7 g、4.7 g、4.8 g 和 4.8 g。換算其果肉率，則以'埔尾小核'最高，達 73.5%，其次為'昭安寮'和'大粉殼'，分別為 70.4%和 70.3%。而'紅殼硬枝'、'白霧'及'水貢'的果肉率分別為 66.8%、67.9%及 68.1%。'Ponyai'果肉率亦佔有 68.0% (表1)。

36 種栽培品種果實的果頰徑與果腹徑比值介於 1.0–1.2。'東山崁腳'、'四季眼'、'粉殼'及'埔尾小核'等 4 個栽培品種，果頰徑與果腹徑比值為 1.0；而'阿成種'、'大粉殼'、'白霧'、'菱角種'、'滴水'和'紅殼'的果頰徑與果腹徑比值則為 1.2，果實較為扁平。在總可溶性固形物方面，以'四季眼'和'Kohala'最高，分別為 22.6°Brix 和 22.2°Brix。其次為'聰仔'、'鼻涕種'、'粉殼'、'東山崁腳'及'Sak Ip'，分別有 20.7°Brix、20.4°Brix、20.3°Brix、20.3°Brix 及 20.0°Brix。而'紅殼硬枝'僅 15.1°Brix，明顯低於'水貢' (17.2°Brix) 與'Ponyai' (18.3°Brix) (表1)。

依單果重、種子重、果肉重、平均果徑、果頰徑與果腹徑比值和總可溶性固形物等 6 項的平均值進行集群分析，可將 36 種龍眼栽培品種的果實性狀區分為 5 個集群，各集群間 SPR (Semi-Partial R-Squared) 皆大於 0.04。SPR 值愈大，表示集群間相似性愈低。(1) 集群 A，單果重、果肉重、平均果徑較大，而種子重、果頰徑與果腹徑比值及總可溶性固形物居次；(2) 集群 B，單果重、種子重、果肉重、平均果徑和果頰徑與果腹徑比值較大，僅總可溶性固形物居次；(3) 集群 C，單果重、種子重、果肉重、平均果徑和果頰徑與果腹徑比值皆居次，而總可溶性固形物為集群中最低者；(4) 集群 D，單果重、種子重、果肉重、平均果徑和果頰徑與果腹徑比值亦皆居次，但總可溶性固形物為集群中較高者；(5) 集群 E，單果重、種子重、果肉重和平均果徑為集群中最低者，果頰徑與果腹徑比值居次，但總可溶性固形物為集群中較高者 (表1、圖2)。

結果可知，集群 A 有'紅殼硬枝'、'青殼'、'Ponyai'及'水貢'等 4 種栽培品種，其種子重及果頰徑與果腹徑比值較集群 B 的'阿成種'、'大粉殼'、'白霧'、'菱角種'、'滴水'為低，兩者間的 SPR 值為 0.0412；集群 D 含有'紅殼'等 12 種栽培品種，其總可溶性固形物較集群 C 的'石硤'、'紅殼早生'、'大青殼'、'昭安寮'、'寬仔種'為高，其間的 SPR 值為 0.1079；'緞纁'等 10 種栽培品種歸屬於集群 E，其單果重、種子重、果肉重、平均果徑皆較其他集群為低，並且跟集群 C 與 D 之間的 SPR 值達 0.1644 (圖 2)。

討　論

本研究中的 36 種栽培品種，葉主脈無下凹，花瓣外側幾近無毛、內側毛被稀疏，皆符合 *D. longan* ssp. *longan* 的植物性狀描述。其中'四季眼'乃早期取自竹崎一農戶後嫁接栽培於本分所種原內，小葉柄多為長柄、小葉相對為寬，符合 *D. longan* ssp. *longan* var. *longe-petiolatus* 的特徵 (Leenhouts 1971)。其生育習性與大陸德堡隆實驗園藝場裡的'四季花'相似，自然情況裡一年可開花結果數次。'四季花'一年抽梢、開花、結果約 6 至 7 次，果實發育在冬季需 111–120 天，在夏季需 95–105 天 (Peng *et al.* 2010)。其餘 35 種栽培品種，小葉相對為窄，符合 *D. longan* ssp. *longan* var. *longan* 的特徵 (Leenhouts 1971)。

表 1. 台灣嘉義試驗分所龍眼種原區內 36 種栽培品種之果實性狀

Table 1. Fruit characteristics of 36 longan cultivars in the arboretum of CAES, Chiayi, Taiwan

Cultivar	Days from flowering to harvest	Fruit weight (g)	Seed weight (g)	Aril weight (g)	Fruit diameter (mm)	Ratio of fruit cheek to suture	Total soluble solids (°Brix)	Fruit's size code [z]	Source of cultivar
Hong Ke Ying Zhi (紅殼硬枝)	131	17.0 [y]	1.9	11.3	31.2	1.1	15.1	1	Taiwan
Qing Ke (青殼)	124	14.8	2.0	9.8	29.6	1.1	17.9	1	Taiwan
Ponyai	128	14.1	2.1	9.6	29.1	1.1	18.3	1	Florida
Shui Gong (水貢)	140	14.9	2.4	10.2	29.0	1.1	17.2	1	Taiwan
A Cheng Zhong (阿成種)	117	14.6	2.8	9.9	28.7	1.2	14.5	1	Taiwan
Da Fen Ke (大粉殼)	116	14.3	2.6	10.1	28.9	1.2	14.8	1	Taiwan
Bai Wu (白霧)	144	15.6	2.9	10.6	29.8	1.2	16.6	1	Taiwan
Ling Jiao Zhong (菱角種)	122	13.7	2.5	9.0	28.8	1.2	15.5	1	Taiwan
Di Shui (滴水)	141	13.9	2.7	8.9	28.6	1.2	17.4	2	Taiwan
Shi Xia (石硤)	142	13.8	1.5	9.4	29.3	1.1	10.0	1	China
Hong Ke Zao Sheng (紅殼早生)	135	11.8	1.6	7.7	27.2	1.1	11.6	2	Taiwan
Da Qing Ke (大青殼)	121	10.7	2.2	6.1	26.4	1.1	11.6	3	Taiwan
Zhao An Liao (昭安寮)	127	9.8	1.3	6.9	25.6	1.1	11.6	4	Taiwan
Kuan Zai Zhong (寬仔種)	124	9.7	1.6	6.3	25.1	1.1	14.8	4	Taiwan
Hong Ke (紅殼)	119	12.8	1.7	8.7	28.4	1.2	16.8	2	Taiwan
Sak Ip	120	11.7	1.7	7.7	27.5	1.1	20.0	2	Hawaii
Bai Kew	128	11.5	1.6	7.8	27.2	1.1	17.8	2	Thailand
Zai Jin Zhong (再進種)	124	10.8	2.2	6.5	25.8	1.1	19.2	4	Taiwan
Dong Shan Feng Li Wei (東山鳳梨味)	124	10.1	2.1	6.2	25.4	1.1	18.3	4	Taiwan
Qing Shan (青山)	121	9.8	2.5	5.2	25.6	1.1	15.9	4	Taiwan
Hu Di (湖底)	126	9.9	1.8	6.1	25.8	1.1	18.7	4	Taiwan
Ban Ling (半嶺)	120	8.5	1.9	4.9	24.3	1.1	18.9	5	Taiwan
Kohala	115	9.5	1.8	5.7	25.0	1.1	22.2	4	Hawaii
Bi Ti Zhong (鼻涕種)	138	12.2	2.0	8.1	27.3	1.1	20.4	2	Taiwan
Dong Shan Kan Jiao (東山崁腳)	120	10.4	1.7	6.8	26.1	1.0	20.3	3	Taiwan
Yao Zi (腰子)	121	10.1	1.8	6.5	25.5	1.1	18.3	4	Taiwan
Duan Xu (緞繻)	103	8.1	1.9	4.7	24.1	1.1	15.7	5	Taiwan
Long Mu (龍目)	118	8.4	1.8	4.9	24.2	1.1	16.9	5	Taiwan
Nei Men Zao Sheng (內門早生)	107	8.1	2.0	5.2	24.3	1.1	17.4	5	Taiwan
Niu Zai Yan (鈕仔眼)	100	7.1	1.6	4.2	22.8	1.1	17.8	5	Taiwan
Fu Yan (福眼)	130	6.6	1.6	3.8	21.6	1.1	18.8	5	Taiwan
USA HDIM 21 (美國 21 號)	145	6.1	1.3	3.5	21.3	1.1	18.8	5	Hawaii
Si Ji Yan (四季眼)	136	7.7	1.3	4.7	24.0	1.0	22.6	5	Taiwan
Cong Zai (聰仔)	124	7.6	1.3	4.9	23.5	1.1	20.7	5	Taiwan
Fen Ke (粉殼)	128	6.2	1.5	3.5	21.8	1.0	20.3	5	Taiwan
Pu Wei Xiao He (埔尾小核)	121	6.5	0.6	4.8	22.0	1.0	18.0	5	Taiwan
CV (%)	- [x]	10.0	11.2	12.1	3.4	3.0	8.9	- [x]	

[z] Value of size for each cultivar is determined by measuring 20 fruits according to the size code of FAO/WHO (1999). Size code: 1, fruit diam. > 28 mm; 2, > 27 mm to 28 mm; 3, > 26 mm to 27 mm; 4, > 25 mm to 26 mm; 5, 24–25 mm.

[y] Average weight of 20 fruits per cultivar.

[x] No CV was calculated.

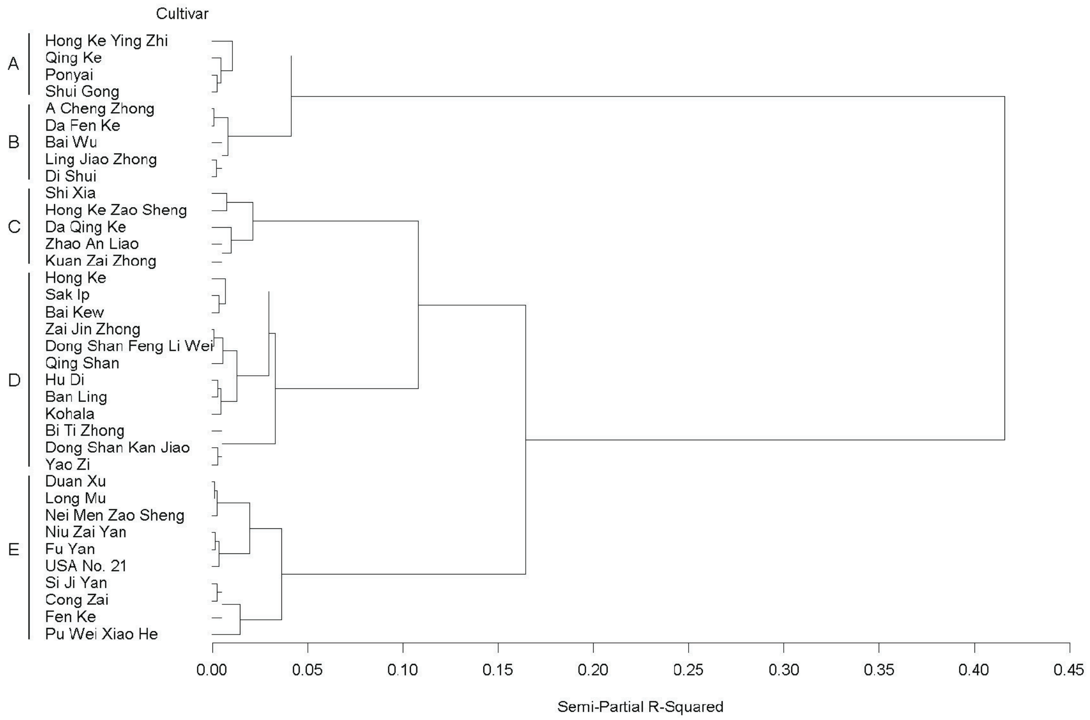

圖 2. 36 種龍眼栽培品種果實性狀之集群分析。

Fig. 2. Cluster analysis of fruit characteristic traits of 36 longan cultivars using Ward's minimum variance clustering method.

36 種栽培品種中‘青殼’、‘紅殼’的種子重符合《龍眼品種圖譜》之描述 (Pan & Tang 2006)。‘石硤’的平均單果重則過重，且總可溶性固形物為 10.0°Brix，遠低於《龍眼品種圖譜》中所述的總可溶性固形物含量 (21.0–26.0°Brix)，已有退甘之現象 (Chao *et al.* 1997; Pan & Tang 2006)。‘紅殼硬枝’、‘再進種’、‘東山鳳梨味’總可溶性固形物與前人研究相較下亦有降低，但‘半嶺’、‘東山崁腳’、‘鈕仔眼’總可溶性固形物含量則高於前人研究 (Yen & Chang 1991)。‘福眼’和‘粉殼’的平均單果重、種子重低於《龍眼品種圖譜》之描述，但‘福眼’的總可溶性固形物含量 18.8°Brix 高於《龍眼品種圖譜》中‘福眼’總可溶性固形物含量 (13.5–16.0°Brix)，‘粉殼’的總可溶性固形物含量則符合《龍眼品種圖譜》中的描述 (Pan & Tang 2006)。本研究調查的‘福眼’和‘粉殼’與前人研究相較下果實偏小 (Pan & Tang 2006; Yen & Chang 1991)，則可能受到種子發育偏小影響著果皮和假種皮的發育所致 (Zheng *et al.* 1994)。

為使世界貿易市場有統一的食品銷售標準，以保護消費者健康，食品法典委員會 (Codex Alimentarius Commission, CAC) 於 1999 年在聯合國糧農組織 (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) 與世界衛生組織 (World Health Organization, WHO) 的食品標準聯合議程裡即通過龍眼法典標準建議草案 (FAO/WHO 1999)。其後的龍眼法典標準 (FAO/WHO 2007) 裡明定鮮食龍眼果實大小依每公斤果粒數或單果粒赤道徑予以區分為

5 級。每級的數量或重量的容許度，每一果束以 ± 20%、單果以 ± 10%為容許標準。因此，本試驗結果採果實赤道徑為評定標準。計算 36 種栽培品種的果實果頰徑與果腹徑比值可知，以‘四季眼’、‘埔尾小核’、‘粉殼’、‘東山崁腳’的果徑比值 1.0 為最低，而以‘大粉殼’ (1.2) 為最高，栽培品種間的變異係數為 3.0%，故果頰徑較果腹徑為寬。因此若要採以果實赤道徑對龍眼果實大小進行分級，應以果頰徑與果腹徑的平均果徑為標準。

但如‘石硤’、‘儲良’和‘古山 2 號’等 3 個龍眼栽培品種，總可溶性固形物於果實過熟後降低，此時果肉風味亦變淡，果長、果徑卻仍持續增加中 (Han *et al.* 2007; Han *et al.* 2008)。因此，單果重、果形指數和果肉率雖可做為龍眼果實品質評估的簡化指標，但亦應與總可溶性固形物含量綜合評估方具意義 (Li *et al.* 2010)。

透過對 36 種龍眼栽培品種的單果重、種子重、果肉重、平均果徑、果頰徑與果腹徑比值和總可溶性固形物等 6 項的平均值進行集群分析可知，5 個集群中，集群 A 與集群 B 的單果重、果肉重及平均果徑均較高，但集群 A 的種子重較集群 B 為低。並且以集群 A 中的‘水貢’(圖 3A)、‘Ponyai’及‘紅殼硬枝’(圖 3B) 較具發展優勢。從簡單重複序列 (Inter-Simple Sequence Repeat, ISSR) 來看，‘紅殼硬枝’、‘青殼’及‘Ponyai’分屬不同群中 (Chiang *et al.* 2010)，因此在雜交選育上亦存在價值。在集群 D 與集群 E 的栽培品種中可測得含量較高的總可溶性固形物，其中以‘四季眼’和‘Kohala’最高。集群 E 的單果重、種子重、果肉重及平均果徑雖皆較其他集群為低，但一年四季皆可開花結果且總可溶性固形物高達 22.6°Brix 的‘四季眼’，及果肉率高達 73.5%的‘埔尾小核’亦存在育種發展潛力。

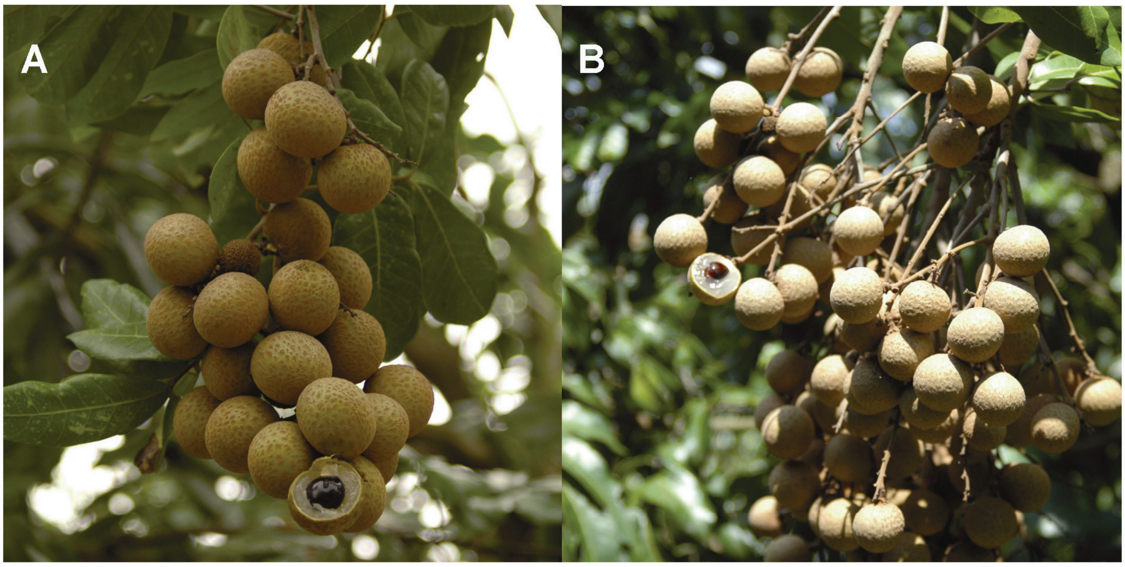

圖 3. 嘉義試驗分所高接保存的龍眼栽培品種：(A) 水貢；(B) 紅殼硬枝。

Fig. 2. Two longan cultivars, Shui Gong (A) and Hong Ke Ying Zhi (B), were developed by top grafting method and preserved at the arboretum in the CAES, TARI. They were excellent in quality.

誌　　謝

本試驗調查承本組同仁劉茂南和何昭吉先生管理品種園，魏佩瑩、林美莉和葉育琪小姐協助果實分析。本試驗統計承蒙本分所農藝系廖大經助理研究員指導。謹此一併誌謝。

引用文獻 (Literature cited)

Anupunt, P. and N. Sukhvibul. 2005. Lychee and longan production in Thailand. Acta Hort. 665:53–59.

Campbell, R. J. and C. W. Campbell. 2001. Longan evaluation and selection in Florida, USA. Acta Hort. 558:125–127.

Chao, C. N., J. W. Chang, and C. R. Yen. 1997. Variety improvement of longan (*Dimocarpus longan* Lour.) in Taiwan. p.31–37. *in* the Proceedings of Symposium on Enhancing Competitiveness of Fruit Industry II. Taichung District Agricultural Research and Extension Station, COA. Taichung, Taiwan. (in Chinese with English abstract)

Chiang, K. K., I. C. Wen, W. Y. Lee, and C. Y. Chang. 2010. Genetic diversity analysis using ISSR marker on longan (*Dimocarpus longan* Lour.) germplams. J. Taiwan Agric. Res. 59:185–196. (in Chinese with English abstract)

Chomchalow, N., S. Somsri, and P. N. Songkhla. 2008. Marketing and export of major tropical fruits from Thailand. AU J. T. 11:133–143.

Deng, J. S. 1995. Discussion on characteristics and improvement of longan fruit quality in China. Guangxi Sci. Tech. Trop. Crops 1:7–10. (in Chinese)

FAO. 2004. Fruits of Vietnam. FAO. Bangkok, Thailand. 57 pp.

FAO/WHO. 1999. Draft codex standard for longans. p.49–53. *in*: Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex Alimentarius Commission. FAO/WHO. Rome.

FAO/WHO. 2007. Codex standard for longans (codex stan 220-1999, amd. 1-2005). p.65–69. *in*: Fresh Fruits and Vegetables. FAO and WHO. Rome, Italy. 185 pp.

Gao, H. Y., F. Jiang, T. Li, and S. Q. Zheng. 2007. Advances on classification of longan germplasm resources. Fujian Fruits 2:27–30. (in Chinese)

Han, D. M., J. G. Li, X. W. Pan, R. Li, Z. X. Wu, and C. Q. Yang. 2007. Studies on the characteristics of longan fruits (cv. Shixia) during maturation. Guangdong Agric. Sci. 11:69–72. (in Chinese with English abstract)

Han, D. M., X. W. Pan, R. Li, Z. X. Wu, J. G. Li and T. Zeng. 2008. Comparison of maturing characteristics in three varieties of longan fruits. Fujian Fruits 4:22–27. (in Chinese with English abstract)

Hatcher, L. 1994. A step-by-step approach to using SAS® for factor analysis and structural equation modeling. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 608 pp.

Hsu, H. T. 1996. Description and Illustration in Color of Fruits in Taiwan. Taiwan Agricultural Research Institute & Chia-Yi Agricultural Experiment Station, TARI. Chiayi, Taiwan. 249 pp.

Leenhouts, P. W. 1971. A revision of *Dimocarpus* (Sapindaceae). Blumea 19:113–131.

Leenhouts, P. W. 1973. A new species of *Dimocarpus* (Sapindaceae) from Australia. Blumea 21:377–380.

Li, J. G., D. M. Han, R. Li, X. W. Pan, and D. L. Guo. 2010. Evaluation and classification on fruit quality of 19 varieties of longan introduced to Guangzhou. J. Trop. Subtrop. Bot. 18:415–420. (in Chinese with English abstract)

Liu, X. H. and C. L. Ma. 2001. Production and research of longan in China. Acta Hort. 558:73–82.

Lo, H. S. and T. C. Chen. 1979. Notes on Chinese Sapindaceae. Acta Phytotax. Sin. 17:30–39. (in Chinese)

MAPRC. 2007. NY/T 1305-2007 Technical code for evaluating germplasm resources longan (*Dimocarpus longan* Lour.). p.1–7. *in*: Agricultural Standards of People's Republic of China. Ministry of Agriculture of the People's Republic of China. Beijing, China.

Menzel, C. M., X. M. Huang, and C. M. Liu. 2005. Cultivars and plant improvement. p.59–86. *in*: Litchi and Longan: Botany, Production and Uses (Menzel, C. M. and G. K. Waite, eds.) CABI Publishing. Oxfordshire, UK. 305 pp.

Nicholls, B. G. 2001. A perspective of the Australian Longan Industry. Acta Hort. 558: 45–47.

Pan, X. W. and X. L. Tang. 2006. An Album of Longan Varieties. Guangdong Science and Technology Press. Guangzhou, China. 114 pp.

Peng, J., L. J. Xie, B. Q. Xu, J. Z. Dang, Y. H. Li, Z. H. Lu, S. A. Zhang, Z. Y. Yu, X. Q. Bai, Z. F. Cai, H. G. Deng, K. M. Wu, J. B. Xi, and W. D. Huang. 2010. Study on biological characters of 'Sijihua' longan. Acta Hort. 863:249–257.

Romerburg, H. C. 1988. Cluster Analysis for Researchers. Lifetime Learning Publications. Belmont, CA. 340 pp.

SAS Institute Inc. 2004. SAS/STAT® 9.1 User's Guide. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 5121 pp.

Subhadrabandhu, S. and C. Yapwattanaphun. 2001. Lychee and longan production in Thailand. Acta Hort. 558:49–57.

Wong, K. C. 2000. Longan Production in Asia. FAO. Bangkok, Thailand. 44 pp.

Wong, K. C. 2001. Variations of local longan in Malaysia. Acta Hort. 558:103–106.

Xia, N. H. and P. A. Gadek. 2007. Sapindaceae. p.5–24. *in*: Flora of China 12. (Wu, Z. Y., P. H. Raven, and D. Y. Hong, eds.) Science Press, Beijing & Missouri Botanical Garden Press, St. Louis. Beijing & St. Louis. 534 pp.

Yen, C. R. and J. W. Chang. 1991. Variation of fruit characters among longan (*Euphoria longana* Lam.) varieties in Taiwan. J. Chinese Soc. Hort. Sci. 37: 21–34. (in Chinese with English abstract)

Zheng, S. Q., J. S. Huang, and X. D. Xu. 1994. Studies on fruit development of seed-wilted longan - correlative analysis on fruit growing type and its characters. J. Fujian Acad. Agric. Sci. 9:22–25. (in Chinese with English abstract)

Zhong, F. L., D. M. Pan, Z. X. Guo, L. Lin, and K. T. Li. 2007. RAPD analysis of longan germplasm resources. Chin. Agric. Sci. Bull. 23:558–563. (in Chinese with English abstract)

Zhong, W., X. D. Lin, F. D. Zhu, L. X. Zheng, D. Y. Wu, and S. Z. Huang. 2004. Analysis of genetic difference of longan cultivars by random amplified polymorphic DNA. Acta Sci. Nat. Univ. Sunyatseni 43:65–68. (in Chinese with English abstract)

Zhu, J. H., P. F. Yu, F. Z. Huang, H. X. Peng, N. Xu, G. F. Lu, and G. W. Li. 2006. Quantifying analysis of main fruit characters of longyan germplasm in Guangxi. Southwest China J. Agric. Sci. 19: 283–286. (in Chinese with English abstract)

Evaluation and Classification of Fruit Characteristics of Longan Cultivars in Taiwan[1]

Jyi-Ren Shay[2], Wan-Ling Wang[3,5], Jer-Way Chang[4], and Jyh-Shyan Tsay[2]

Abstract

Shay, J. R., W. L. Wang, J. W. Chang, and J. S. Tsay. 2011. Evaluation and classification of fruit characteristics of longan cultivars in Taiwan. Taiwan Agric. Res. 60:318–327.

This study was undertaken in 2010 to evaluate fruit characteristics of 36 cultivars of longan (*Dimocarpus longan*) in the arboretum of the Chiayi Agricultural Experiment Station (CAES), Taiwan Agricultural Research Institute (TARI). Fruit characteristics of these cultivars were analyzed, using the Ward's minimum variance clustering method. Results showed that 36 cultivars of longan were divided into 5 clusters based on similarities and differences of fruit characteristics. The cultivars in both clusters A and B had higher fruit weight, aril weight, and fruit diameter, compared to the cultivars of the other 3 clusters. Cultivars in cluster A had lower seed weight than cultivars in cluster B. Among cultivars in cluster A, the cultivar 'Shui Gong' showed high potential for economical production because of its high fruit weight (14.9 g), high aril weight (10.2 g), high percentage of aril weight (68.1%) and high total soluble solids of juice (17.2°Brix); followed by the cultivars 'Ponyai' and 'Hong Ke Ying Zhi'. Cultivars in cluster E had the lowest fruit weight, seed weight, aril weight and fruit diameter, compared to the cultivars in other clusters. However, in cluster E, the cultivar 'Si Ji Yan' blossomed all year around and produced fruits with high total soluble solids (22.6°Brix), and the cultivar 'Pu Wei Xiao He' produced fruits with high percentage of aril weight (73.5%). Therefore, despite small fruit size, both 'Si Ji Yan' and 'Pu Wei Xiao He' are valuable source of germplasms for breeding programs of longan.

Key words: Longan, *Dimocarpus longan*, Germplasm, Fruit quality, Cluster analysis.

---

1. Contribution No. 2606 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: September 18, 2011.
2. Master and Professor, Department of Horticultural Science, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan, ROC.
3. Assistant Engineer, Third Section, Maintenance Office of Public Works Bureau, Kaohsiung City Government, Kaohsiung, Taiwan, ROC.
4. Associate Horticulturist and Head, Department of Horticulture, Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI, Chiayi, Taiwan, ROC.
5. Corresponding author, e-mail: wanling@kcg.gov.tw; Fax: (07)3315397.

台灣農業研究

第六十卷 目 次

第一期

研究報告

余志儒、陳炳輝	棉蚜在不同溫度下取食甜瓜之族群介量	1
吳東鴻、王俊富 賴明信	台灣米於史瓦濟蘭之食味品質分析	11
李裕娟、楊純明 蕭巧玲	夜間光照時程對水稻生長、發育及產量之影響	21
羅淑芳、郭昭麟 廖大經、陳宗禮 蔡新聲	台灣產二種藥用石斛的栽培介質及礦物元素分析	39
羅淑卿、王毓華	南瓜粉之製造與其加工之研究	49

研究簡報

呂秀英	正確使用統計圖表呈現處理間比較	61
陳淑佩、翁振宇 吳文哲	台灣新發現的木瓜秀粉介殼蟲 (半翅目：粉介殼蟲科) 為害初報	72

第二期

研究報告

曹進義、陳威臣 夏奇鋸	培養基鹽類配方、活性碳與蔬果添加物對台灣白及無菌播種之影響	71
江芬蘭、張清安 鄭櫻慧、陳金枝	感染百子蓮之 *Nerine virus* X 病毒之血清學與分子生物學鑑定及其檢測技術之建立	89
蕭翌柱、鄭統隆 高瑞隆、賴瑞聲 黃嘉新	白芷培植體及飲片歐前胡素之萃取	101
譚增偉、陳桂暖	長期不同耕作制度及作物殘體管理對土壤有機質含量的影響	115
蕭巧玲、楊純明 李裕娟	不同栽植期對水稻田雜草相之影響	125
蔡志濃、安寶貞、 鄭秀芳	柳橙果實綠黴病之發生與藥劑防治	139
安寶貞、王姻婷 蔡志濃	利用亞磷酸中和水溶液防治果樹苗木疫病	149

第三期

研究報告

倪蕙芳、莊明富 許淑麗、賴素玉 楊宏仁	葡萄座腔菌屬 (*Botryosphaeria* spp.) 在台灣引起之酪梨採收後病害研究	157
王毓華、蘇俊峰 楊智凱、林毓雯 林楨祐、魏夢麗	土壤蒸汽處理對溫室東方甜瓜生育之影響	167
利幸貞、廖大經	利用近紅外線光譜儀檢測甘藷台農 57 號烤藷品質之研究	178
錢景秦、張淑貞	藥劑對蔬菜斑潛蠅 (雙翅目：潛蠅科) 之岡崎釉小蜂與底比斯釉小蜂 (膜翅目：釉小蜂科) 之影響	185
吳東鴻、胡凱康	水稻良種繁殖圃中異型株之遺傳分析	197
姚銘輝、陳俊仁 黃國祥	荔枝園潛熱及二氧化碳通量之研究	211
陳隆澤、廖大經 黃守宏、卓緯玄 顏信沐、羅正宗 陳榮坤	稉稻新品種台農 84 號之育成	221

第四期

研究報告

陳烈夫、楊舜臣 顏妙朱	廠商進駐農業試驗所創新育成中心之加值評估	239
董耀仁、宋家瑋 莊益源、蔣國司 吳文哲、鄭玲蘭 陳健忠	木瓜成熟度影響瓜果實蠅 (Diptera: Tephritidae) 之感染	253
李長沛、黃守宏 陳哲仁、曾東海 賴明信、古新梅	野生稻 *Oryza officinalis* 基因導入系統褐飛蝨抗性的研究	263
廖大經、陳隆澤	2003 至 2008 年臺灣育成水稻品種 (系) 對稻熱病抗性之探討	279
羅淑卿、蔡新聲	生長素與通氣處理對仙草組織培養苗增殖與生育之影響	293
盧秋通、邱一中 徐孟愉、王清玲 林鳳琪	以豐年蝦卵為代用食餌繁殖南方小黑花椿象	300
相爾璇、蔡娟婷 謝廷芳、松本敏一 新野孝男	乾燥處理及超低溫保存對兩種原生種白花蝴蝶蘭種子活力之影響	309
薛吉人、王婉伶 張哲瑋、蔡智賢	台灣龍眼果實性狀評估與分類	318

JOURNAL OF TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH

(Formerly Journal of Agricultural Research of China)

Contents of volume 60

Number 1

Research Reports

Jih-Zu Yu and Bing-Huei Chen	Population Parameters of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) Fed on Melon at Different Temperature	1
Dong-Hong Wu, Chun-Fu Wang, and Ming-Hsing Lai	Sensory Evaluation for Peference and Acceptability of the Taiwan Indica Rice var. TCS 10 in the Kingdom of Swaziland	11
Yuh-Jyuan Lee, Chwen-Ming Yang, and Chiao-Ling Hsiao	Effect of Night Illumination on Growth, Development and Yield of Rice	21
Shu-Fang Lo, Chao-Lin Kuo, Dah-Jing Liao, Chung-Li Chen, and Hsin-Sheng Tsay	Effect of Culture Media on Growth and Mineral Contents of Two Native Species of Medicinal *Dendrobium* in Taiwan	39
Shu-Chin Lo and Yu-Hua Wang	Effect of Pumpkin Lines and Fruit Processing Techniques on Quality of Pumpkin Flour	49

Research Note

Hsiu-Ying Lu	Correct Usage of Graph/Table for Treatment Comparisons	61
Shu-Pei Chen, Jen-Yu Wong, and Wen-Jer Wu	Preliminary Report on the Occurrence of Papaya Mealybug, *Paracoccus marginatus* Williams and Granara de Willink, in Taiwan	72

Number 2

Research Reports

Chin-Yi Tsao, Uei-Chern Chen, and Chi-Ni Hsia	Effect of Basal Salts, Active Charcoal, and Vegetable/Fruit Homogenates on Seed Germination and Seedling Development *Bletilla formosana* (Hayata) Schltr in *In Vitro* Culture	77
Fen-Lang Chiang, An-Chin Chang, Ying-Huey Cheng, and Chin-Chih Chen	Serological and Molecular Identification of *Nerine virus* X Infecting African Lily (*Agapanthus africanus* L.) and Development of its Detection Techniques	89
Yih-Juh Shiau, Toong-Long Jeng, Jui-Lung Kao, Jui-Sheng Lai, and Chia-Hsin Huang	Extraction of Imperatorin from Root Slices and Explants of *Angelica dahurica*	101
Tseng-Wei Tan and Kuei-Nuan Chen	Effect of Long-Term Cropping Systems and Crop Residue Managements on Content of Organic Matter in Soil	115
Chiao-Ling Hsiao, Chwen-Ming Yang, and Yuh-Jyuan Lee	Effect of Planting Date on Population and Density of Weeds in the Paddy Field	125
Jyh-Nong Tsai, Pao-Jen Ann, and Hsiu-Fang Cheng	Etiology and Control of Fruit Rot of Sweet Orange Caused by *Penicillium digitatum*	139
Pao-Jen Ann, Ien-Tien Wang, and Jyh-Nong Tsai	Control of Phytophthora Disease of Fruit Tree Seedlings by Neutralized Phosphorous Acid	149

Number 3

Research Reports

Hui-Fang Ni, Ming-Fuh Chuang, Shu-Li Hsu, Su-Yu Lai, and Hong-Ren Yang	Survey of *Botryosphaeria* spp., Causal Agents of Postharvest Disease of Avocado, in Taiwan	157
Yu-Hua Wang, Jiun-Feng Su, Chih-Kai Yang, Yu-Wen Lin, Chen-Yu Lin, and Meng-Li Wei	Effects of Steam Treatment of Soil on Production of Oriental Melon (*Cucumis melo*) in a Commercial Greenhouse	167
Hsin-Chen Li and Dah-Jing Liao	Measuring Baking Quality of Root Tubers of Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) Variety TNG 57 by Near Infrared Reflectance Spectrometer	178
Ching-Chin Chien and Shu-Chen Chang	Effect of Insecticides on *Closterocerus okazakii* and *Chrysoncharis pentheus* (Hymenoptera: Eulophidae), Parasitoids of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae)	185
Dong-Hong Wu and Kae-Kang Hwu	Genetic Analysis of Off-Type Plants of Rice in the Three-Step Propagation Nursery	197
Ming-Hwi Yao, Chun-Jen Chen, and Guo-Sheng Huang	Latent Heat and CO_2 Flux Measurement in the Litchi Orchard	211
Lung-Che Chen, Dai-Jing Liao, Shou-Horng Huang, Woei-Shyuan Jwo, Hsin-Mu Yen, Jeng-Chung Lo, and Rong-Kuen Chen	Breeding a New Japonica Rice Variety Tainung 84	221

Number 4

Research Reports

Lit-Fu Chan, Shen-Chen Yang, and Miao-Chou Yen	Value-Added Assessment of the Business Firms at the Innovation and Incubation Center of Taiwan Agricultural Research Institute	239
Yaw-Jen Dong, Chia-Wei Song, Yi-Yuan Chuang, Kuo-Szu Chiang, Wen-Jer Wu, Ling-Lan Cheng, and Chien-Chung Chen	Degree of Fruit Ripeness Affecting Infestation of Papaya by Two Species of Fruit Flies (Diptera: Tephritidae)	253
Charng-Pei Li, Shou-Horng Huang, Jen-Ren Chen, Tung-Hi Tseng, Ming-Hsing Lai, and Hsin-Mei Ku	Molecular Characterization of Introgression Lines from a Wild Rice, *Oryza officinalis*, with Resistance to Brown Planthopper	263
Dah-Jing Liao and Lung-Che Chen	Field Evaluation of Rice Varieties and Lines from Taiwan for Resistance to Leaf and Panicle Blasts caused by *Magnaporthe grisea* during 2003–2008	279
Shu-Chin Lo and Hsin-Sheng Tsay	Effects of Auxins and Ventilation on Growth and Multiplication of Plantlets of *Mesona procumbens* Hemsl.	293
Chiu-Tung Lu, Yi-Chung Chiu, Meng-Yu Hsu, Chin-Ling Wang, and Feng-Chyi Lin	Using Cysts of Brine Shrimp, *Artemia franciscana*, as an Alternative Source of Food for *Orius strigicollis* (Poppius) (Hemiptera: Anthocoridae)	300
Eur-Hsuan Hsiang, Wei-Ting Tsai, Ting-Fang Hsieh, Toshikazu Matsumoto, and Takao Niino	Effects of Drying Treatment and Cryopreservation on Seed Viability of *Phalaenopsis amabilis* and *Phalaenopsis aphrodite*	309
Jyi-Ren Shay, Wan-Ling Wang, Jer-Way Chang, and Jyh-Shyan Tsay	Evaluation and Classification of Fruit Characteristics of Longan Cultivars in Taiwan	318

台 灣 農 業 研 究

作者索引

王俊富	11	張淑貞	185
王姻婷	149	曹進義	77
王婉伶	318	莊明富	157
王清玲	300	莊益源	253
王毓華	49, 167	許淑麗	157
古新梅	263	郭昭麟	39
安寶貞	139, 149	陳宗禮	39
江芬蘭	89	陳金枝	89
余志儒	1	陳俊仁	211
利幸貞	178	陳威臣	77
吳文哲	72, 253	陳炳輝	1
吳東鴻	11, 197	陳哲仁	263
呂秀英	61	陳桂暖	115
宋家瑋	253	陳烈夫	239
李長沛	263	陳健忠	253
李裕娟	21, 125	陳淑佩	72
卓緯玄	221	陳隆澤	221, 279
林楨祐	167	陳榮坤	221
林毓雯	167	曾東海	263
林鳳琪	300	黃守宏	221, 263
松本敏一	309	黃國祥	211
邱一中	300	黃嘉新	101
姚銘輝	211	新野孝男	309
相爾璇	309	楊宏仁	157
胡凱康	197	楊純明	21, 125
倪蕙芳	157	楊智凱	167
夏奇鈮	77	楊舜臣	239
徐孟愉	300	董耀仁	253
翁振宇	72	廖大經	39, 178, 221, 279
高瑞隆	101	蔣國司	253
張哲瑋	318	蔡志濃	139, 149
張清安	89	蔡智賢	318

蔡娟婷　309
蔡新聲　39, 293
鄭秀芳　139
鄭玲蘭　253
鄭統隆　101
鄭櫻慧　89
盧秋通　300
蕭巧玲　21, 125
蕭翌柱　101
賴明信　11, 263
賴素玉　157
賴瑞聲　101
錢景秦　185
薛吉人　318
謝廷芳　309
顏妙朱　239
顏信沐　221
魏夢麗　167
羅正宗　221
羅淑芳　39
羅淑卿　49, 293
譚增偉　115
蘇俊峰　167

JOURNAL OF TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH

(Formerly Journal of Agricultural Research of China)

Authors Index

Ann, Pao-Jen 139, 149
Chan, Lit-Fu 239
Chang, An-Chin 89
Chang, Jer-Way 318
Chang, Shu-Chen 185
Chen, Bing-Huei 1
Chen, Chien-Chung 253
Chen, Chin-Chih 89
Chen, Chung-Li 39
Chen, Chun-Jen 211
Chen, Jen-Ren 263
Chen, Kuei-Nuan 115
Chen, Lung-Che 221, 279
Chen, Rong-Kuen 221
Chen, Shu-Pei 72
Chen, Uei-Chern 77
Cheng, Hsiu-Fang 139
Cheng, Ling-Lan 253
Chiang, Kuo-Szu 253
Chiang, Fen-Lang 89
Chien, Ching-Chin 185
Cheng, Ying-Huey 89
Chiu, Yi-Chung 300
Chuang, Ming-Fuh 157
Chuang, Yi-Yuan 253
Dong, Yaw-Jen 253
Hsia, Chi-Ni 77
Hsiang, Eur-Hsuan 309
Hsiao, Chiao-Ling 21, 125
Hsieh, Ting-Fang 309
Huang, Guo-Sheng 211
Hsu, Meng-Yu 300
Hsu, Shu-Li 157
Huang, Chia-Hsin 101
Huang, Shou-Horng 221, 263
Hwu, Kae-Kang 197
Jeng, Toong-Long 101
Jwo, Woei-Shyuan 221
Kao, Jui-Lung 101
Ku, Hsin-Mei 263
Kuo, Chao-Lin 39
Lai, Jui-Sheng 101
Lai, Ming-Hsing 11, 263
Lai, Su-Yu 157
Lee, Yuh-Jyuan 21, 125
Li, Hsin-Chen 178
Li, Charng-Pei 263
Liao, Dah-Jing 39, 178, 221, 279
Lin, Chen-Yu 167
Lin, Feng-Chyi 300
Lin, Yu-Wen 167
Lo, Jeng-Chung 221
Lo, Shu-Chin 49, 293
Lo, Shu-Fang 39
Lu, Chiu-Tung 300
Lu, Hsiu-Ying 61
Ni, Hui-Fang 157
Shay, Jyi-Ren 318

Shiau, Yih-Juh	101
Song, Chia-Wei	253
Su, Jiun-Feng	167
Takao Niino	309
Tan, Tseng-Wei	115
Toshikazu Matsumoto	309
Tsai, Jyh-Nong	139, 149
Tsai, Wei-Ting	309
Tsao, Chin-Yi	77
Tsay, Hsin-Sheng	39, 293
Tsay, Jyh-Shyan	318
Tseng, Tung-Hi	263
Wang, Chin-Ling	300
Wang, Chun-Fu	11
Wang, Ien-Tien	149
Wang, Wan-Ling	318
Wang, Yu-Hua	49, 167
Wei, Meng-Li	167
Wong, Jen-Yu	72
Wu, Dong-Hong	11, 197
Wu, Wen-Jer	72, 253
Yang, Chih-Kai	167
Yang, Chwen-Ming	21, 125
Yang, Hong-Ren	157
Yang, Shen-Chen	239
Yao, Ming-Hwi	211
Yen, Hsin-Mu	221
Yen, Miao-Chou	239
Yu, Jih-Zu	1

台灣農業研究

關鍵詞索引

Nerine virus X 病毒	89
RT-PCR 檢測	89
二氧化碳通量	211
三級繁殖圃	197
土壤蒸汽處理	167
大量繁殖	300
小苗發育	77
木瓜	72, 253
木瓜秀粉介殼蟲	72
水稻	11, 21, 115, 125, 197, 279
仙草	293
加值評估	239
台農 84 號	221
台灣白及	77
台灣米	11
玉米	115
瓜實蠅	253
甘藷台農 57 號	178
生育	21
生命表	1
生長素	293
白芷	101
光照處理時程	21
全長基因體	89
多元抗體	89
多重比較	61
成對處理平均值間比較	61
有機質	115
百子蓮	89
行銷策略	11
作物殘體	115
低濕乾燥	49
克熱淨	139
育成	221
亞磷酸	149
夜間光照	21
官能品評	11
岡崎釉小蜂	185
底比斯釉小蜂	185
東方果實蠅	253
果斑病	157
果實性狀	167
果實品質	318
果實蠅感染	253
枇杷	149
秈稻	11
近紅外線光譜儀	178
金柑	149
南方小黑花椿象	300
南瓜粉	49
品種	221
柳橙	139
疫病	149
疫病防治	149
食餌	300
根飲片	101
栽培介質	39
栽植期	125
烤藷	178
病毒病	89
耕作制度	115
能量平衡	211
荔枝	211
培植體	101
寄主植物	72
採收後病害	157
族群介量	1
瓶內培養	77

甜瓜 1, 167
甜味值 178
產量 21
異型株 197
組織培養 293
連作 115
連作障礙 167
透氣處理 293
野生稻 *Oryza officinalis* 263
最小顯著差異性測驗 61
創新育成中心 239
棉蚜 1
超低溫保存 309
集群分析 318
黃花石斛 39
新記錄 72
暗期光中斷 21
溫度 1
蒂腐病 157
葡萄座腔菌屬 157
酪梨 149, 157
種子 309
種子發芽 77
種原 318
綠黴病 139
蒸發散 211
認知差異分析 239
銅皮石斛 39
歐前胡素 101
潛熱 211
熱風乾燥 49
稻熱病 279
稻熱病檢定圃 279
蔬菜斑潛蠅 185
蝴蝶蘭 309
褐飛蝨抗性 263
輪作 115
導入系統 263
龍眼 318
檢疫 253
簡單重複序列標誌 (SSR) 197, 263
蟲期 185
豐年蝦卵 300
雜草密度 125
雜草種類 125
藥劑 185
藥劑防治 139
礦物元素 39
變方分析 61
稉稻 221

JOURNAL OF TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH

(Formerly Journal of Agricultural Research of China)

Keywords Index

African lily	89
Agapanthus africanus	89
Analysis of cognitive effects	239
Analysis of variance	61
Angelica dahurica	101
Aphis gossypii	1
Artemia sp.	300
Auxins	293
Avocado	149
Avocado	157
Bactrocera cucurbitae	253
Bactrocera dorsalis	253
Baked root tubers	178
Blast	279
Bletilla formosana	77
Botryosphaeria spp.	157
Brine shrimp cyst	300
Brown planthopper resistance	263
Chrysocharis pentheus	185
Citrus sinensis	139
Closterocerus okazakii	185
Cluster analysis	318
CO_2 flux	211
Corn	115
Crop residue	115
Cropping system	115
Cryopreservation	309
Cucumis melo	1, 167
Cucurbita spp.	49
Culture media	39
Dendrobium tosaense	39
Dark period light interruption	21
Dehumidification drying	49
Dendrobium moniliforme	39
Development stages	185
Dimocarpus longan	318
Disease control	139, 149
Disease nursery	279
Energy balance	211
Evapotranspiration	211
Explant	101
Food	300
Fruit fly infestation	253
Fruit quality	318
Fruit spot rot	157
Fruit yield	167
Full-length genome	89
Germplasm	318
Green mold	139
Growth and development	21
Host plants	72
Hot air drying	49
Iminoctadine triacetate	139
Imperatorin	101
In vitro culture	77
Indica rice	11
Innovation and Incubation Center	239
Insecticides	185
Introgression lines	263
Ipomoea batatas	178
Japonica rice	221
Kumquat	149
Lasiodiplodia theobromae	157
Latent heat	211
Least significant difference test	61
Life table	1
Liriomyza sativae	185
Litchi	211
Litchi chinensis	211
Longan	318
Loquat	149
Magnaporthe grisea	279

Marketing strategy	11
Mass rearing	300
Mesona procumbens	293
Mineral contents	39
Monoculture	115, 167
Multiple comparisons	61
Near Infrared Reflectance Spectrometer (NIRS)	178
Nerine virus X	89
New record	72
Night illumination	21
Nilaparvata lugens	263
Off-type plant	197
Oriental melon	167
Orius strigicollis	300
Oryza officinalis	263
Oryza sativa	11, 21, 197, 279
Oryzae sativa cv. Tainung 84	221
Pairwise comparisons of treatment means	61
Papaya	72, 253
Paracoccus marginatus	72
Penicillium digitatum	139
Period of light treatment	21
Persea americana	157
Phalaenopsis amabilis	309
Phalaenopsis aphrodite	309
Phosphorous acid	149
Phytophthora cinnamomi	149
Phytophthora citrophthora	149
Phytophthora diseases	149
Phytophthora nicotianae	149
Planting period	125
Polyclonal antiserum	89
Population parameter	1
Postharvest disease	139, 157
Pumpkin	49
Pumpkin flour	49
Pyricularia oryzae	279
Quarantine	253
Rice	21, 115, 197, 279
Rice breeding	221
Rice paddy	125
Root slice	101
Rotation	115
RT-PCR	89
Seed	309
Seed germination	77
Seedling development	77
Sensory evaluation	11
Simple sequence repeat (SSR)	197, 263
Soil organic matter	115
Soil steaming	167
Stem-end rot	157
Sweet orange	139
Sweet potato	178
Sweetness	178
Taiwanese rice	11
Temperature	1
Three-step propagation nursery	197
Tissue culture	293
Value-added assessment	239
Variety	221
Ventilation	293
Virus disease	89
Weed density	125
Weed population	125
Wild rice	263
Yield	21

「台灣農業研究」稿約

一、 本刊為行政院農業委員會農業試驗所發行之學術性季刊，刊登農業試驗研究相關之研究稿件：

論　　說：由本所邀請專家撰寫。

研究報告：關於農業科學未曾發表之研究報告，按題目、作者、摘要、前言、材料與方法、結果、討論、結論 (一般略去)、誌謝 (可略去)、引用文獻等依序撰寫，圖與表附於其後，全文以不超過 10 印刷頁為原則。

研究簡報：關於農業科學未曾發表之簡短原始研究報告，不須分章節撰寫，但須附中英文摘要，全文以不超過 4 印刷頁為原則。

二、稿件應以中文或英文撰寫。來稿請送原稿及電子檔案各一份 (內各附照片原圖，繪製圖版可附原圖與影印圖片二份)。文稿以 A4 大小之白色紙張 (長 29.6 公分，寬 21 公分) 兩倍行高 (double space) 打字，12 號字體，左邊對齊，版面應上下預留 3 公分，左右 2 公分之空間，並自第二頁起在右下角以阿拉伯數字註明頁數。撰寫時，中文以細明體、英文以 Times New Roman 字體打字；英文字距一格，句距二格。審查接受之稿件，隨文請附紙本文稿一份與電子檔案，以利送審及電腦排版等作業。

三、稿件格式：

題　　目：宜簡短，能充分反應文旨，並附簡題 (Running title) (中文 12 字；英文 6 字以內為原則)。英文題目除介系詞、連接詞等字外，每字第一字母應大寫。題目附小註，說明研究報告編號。

作　　者：作者姓名置中，中文名字間空一格；英文姓名則名在前姓氏在後，作者二人或二人以上時，以 “，” 相隔，最後一人前加 “and” 字樣，其表示方法如 Chen-Seng Huang, Chen-Chang Chen, and Chyr-Guan Chen。每一作者須附小註，以說明所屬機關單位，通訊作者須附電子郵件信箱與傳真機號碼。題目與作者同置第一頁。

摘　　要：不分段落、宜簡潔明確。摘要之前應加作者、年代、題目、期刊、及卷期，摘要之後應附關鍵詞 (Key words)，關鍵詞不超過 5 個，每個英文關鍵詞第一字母應大寫。摘要以不超過 500 字為原則。以中 (英) 文發表者須附英 (中) 文摘要，置於本文之後，且內容須與中 (英) 文摘要相符，並附稿件編號、作者、通訊作者之小註。

本　　文：依序為前言 (INTRODUCTION)、材料與方法 (MATERIALS AND METHODS)、結果 (RESULTS)、討論 (DISCUSSION)、結論 (CONCLUSION)、誌謝 (ACKNOWLEDGEMENTS)、引用文獻 (LITERATURE CITED)。除學名、專有名詞、化學式、數學公式、數字、度量衡單位及縮寫外，文句中不得中外文並用，需使用英 (外) 文以助明瞭時，須將英 (外) 文括號置於中文之後。材料與方法、結果兩部份如有必要須分章節，每一章節內並可再分小章節，以助明瞭文稿內容。章節題目 (heading) 單行置於該章節之前，小章節題目 (subheading) 直接置於小章節之首。

表　　格：

1、每一表格應分別繕製，須以 WORD®中 “表格” 工具製作，上方須有標題，並按文中出現順序加上表 **1. (Table 1.)**，表 **2. (Table 2.)** 等冠號。

2、中文稿之表格標題應中英文並列，冠號與表幅齊頭，表內項目及內容以英文書寫。英文標題及各欄英文細目，除第一字之第一字母大寫外，餘均小寫。

3、表格應加分析、簡化與歸納後始可列表。每一表格應在文中標示清楚，以便對照。

4、表中內容如需說明，均須附加小註，以 z, y, x,…等縮小小寫字母置於右上角，並於表下依次敘述。表格僅列橫線。

5、性質類同之圖與表，務請精簡與合併。

圖　　片：

1、手繪圖版以黑色墨水分別繪圖紙或描繪紙（白色透明紙）上。如以電腦繪圖，請以鐳射印表機或同規格之印表機列印，力求清晰。

2、圖中所有標示應以英文書寫（Arial 字型）或註明於標題之後。

3、照片以光面紙為原則，清晰度以縮小 50%可判讀為宜。多幅照片儘量製成併版；如有特別指明，應加圈或箭頭表明。顯微照相，應加比例尺大小；照片大小以不超過版面（25 cm × 18 cm）為宜。

4、圖版及照片下方應有標題，並按文中出現的順序加上**圖 1. (Fig. 1.)**、**圖 2. (Fig. 2.)** 等冠號，在文中須標示清楚，以便對照。中文稿標題應中英文併列，力求明確。

5、除併圖外，每一圖片應單頁製作。

6、照片、圖片背面應註上冠號及作者姓名，以免排印錯誤。

誌　　謝：不分段落，包括人物、經費來源等。誌謝可略去。

引用文獻：

1、列舉確實曾引用之文獻。文獻以登載於學術性期刊、書籍、研討會之文章及學位論文為限。文中涉及引用文獻時，根據該文獻的作者與年代加以括號：如 (Sung 1991)、(Lo 1991, 1992)、(Chen & Ho 1983)、(Sung 1991; Hsu *et al*. 1992)，以年代先後為序置於引用文處。

2、文獻須以英文撰寫，以姓名字母為序。作者相同時以年代先後為序。

3、文獻之書寫方法以期刊為例，依序為作者、年代、題目、期刊、卷期、頁數。

4、期刊名須依該期刊公告之縮寫撰寫；如無者，請參照 Biosciences Information Service (1992) 出版之 "Serial Sources for the BIOSIS Previews Database"或依該學術領域之慣例撰寫。

5、文獻書寫範例如下：

(1) 原中文報告引用文獻出自學術性期刊

Hsu, S. H., T. Y. Chung, T. C. Kuo, and S. F. Wang. 1992. Studies on the micro-climate of greenhouse. I. Light environment of greenhouse. J. Agric. China 157:34–43. (in Chinese with English abstract)

(2) 原中文報告引用文獻出自著作性書籍

Sung, J. M. 1991. Nitrogen metabolism of rice. Chinese Agronomy Press. Taipei. 100 pp. (in Chinese)

(3) 原中文報告引用文獻出自編輯性書籍

Yang, C. M. and C. Y. Lin. 2003. Studies on rice precision farming system. p.1–12. *in*: Rice Precision Farming System. (Yang, C. M. and C. Y. Lin, eds.) Agric. Res. Inst. Pub. No. 105. Taichung. 252 pp. (in Chinese with English abstract)

(4) 原中文報告引用文獻出自研討會專刊

Chang C. A. 2001. Application and extension of virus-free seedling for the control of virus diseases of passionfruit in Taiwan. p.31–38. *in* the Proceeding of Symposium on Application of Healthy Plant for Control of Plant Diseases. Taiwan Phytopathol. Soc. Pub. Taichung. (in Chinese with English abstract)

四、單位、縮寫格式、括號及統計分析

1、凡文中出現之數值，除非另有特別之意義，一律用阿拉伯數字書寫。單位如以英文表示，則用國際公認標準符號 (SI units) 代替全文，各常用之縮寫單位參照說明如下：

(1)長度：公里 (km)、公尺 (m)、公分 (=厘米) (cm)、公釐 (=毫米) (mm)、微米 (μm)。

(2)重量 (W)：公斤 (kg)、公克 (g)、毫克 (mg)、μg。
(3)容積 (V)：公升 (L)、公撮 (=毫升) (mL)、μL。
(4)面積：公頃 (ha)、平方公尺 (m^2)、平方公分 (cm^2)。
(5)溫度：攝氏 (℃)、絕對溫度 (K，但須加以說明)。
(6)時間：日 (天) (d)、時 (h)、分 (min)、秒 (s)。
(7)濃度：莫耳 (M)、千分之一莫耳 (mM)、當量 (N)、千分之一當量 (mN)。
(8)重力加速度：*g*。

2、其他之縮寫：平均 (*av*)、大約 (*ca*)、直徑 (diam.)。

3、括號：括號字型全以半形 ( )，括號前後各空一格。

4、統計分析：達顯著性水準以*、**或處理間顯著差異區分，以 a、b、c、…表示者均應加註顯著機率值 *P* (例如 $P < 0.01$)；各統計量請採慣用符號，例如相關係數 (*r*) 、決定係數 (R^2)、變異係數 (cv)、標準差 (sd)、平均值標準差 (se) 等。

5、其他問題：
(1)單位與其前面數值之間應空一格，如 220 g。
(2)數學運算符號與其前後數值之間應各空一格，如 P = 0.014、23.6 ± 3.0、15 × 2。
(3)在±、×或 to 的前後兩數值若是含有單位，請用 23.6% ± 3.0%、15 cm × 2 cm、20℃ to 30℃ (即勿省略前面數值之單位)。
(4)數值起迄符號用– (全型破折號)，勿用~或-，且與前後兩數值之間無須留空格，如 3–6、2005–2007 年、7 月 20–25 日。
(5)年代一律用西元。

五、其他注意事項

1. 生物學名以斜體字表示，屬名第一字母大寫。學名於摘要、本文、每一圖表中第一次出現時，須寫全名，如 *Citrus sinensis*；第二次出現時，屬名保留第一字母後加句點 "."，種名全寫，如 *C. sinensis*。生物學名於本文中首次出現時應加註命名者。
2. 中文稿件中，外文名詞應儘量翻譯成中文，若是不常見名詞應於文中第一次出現時以括號標出原文。摘要及本文中，英文縮寫於第一次出現時，須附全名。

六、投稿方式

1. 稿件內容務須依照上列規定格式書寫，本期刊編輯委員保有修改與退稿之權利。文稿經本期刊接受後，作者得送含文稿內容之磁片或電子檔案 (IBM 相容電腦之文書管理檔，如 Word 檔或其他) ，並由作者負責前二校。除筆誤與錯字外，作者在校稿時，不得擅自更改內容與數據。
2. 審稿程序請上網參閱本期刊「論文審查制度流程」，網址：http://www.tari.gov.tw/。

七、文稿必須是作者本身的著作，且作者為唯一的著作權擁有者，否則因此引發之法律責任將由作者負責。投稿應為未經刊登之文章，亦不得一稿多投。投稿需經所有作者同意。稿件經本期刊接受後，投稿人需繳交「著作權讓與書」，如未提供者，本期刊不予刊登。著作財產權屬農試所所有，非經本所書面同意，不得轉載或移轉他處發表。本期刊有權對文稿進行必要之詞句修改。

八、來稿經編審委員會審查合格後刊登，由本刊印贈抽印本 50 本；彩色頁印刷及抽印本加印費用由投稿人自行負擔。

九、其他未盡事宜本期刊得隨時修正或補充。

台 灣 農 業 研 究

（原中華農業研究）

第六十卷 第四期

中華民國一〇〇年十二月出版

發 行 人：陳駿季
總 編 輯：方尚仁
主　　編：陳盈佑 吳宜晏
編審委員：
生技組：吳明哲（主審）
作物組：歐錫坤（主審）
黃肇家 楊純明 施昭彰
農化組：郭鴻裕（主審）
簡宣裕 劉滄棽
植病組：安寶貞（主審）
鄧汀欽
應動組：高靜華（主審）
陳健忠
農工組：林木連（主審）
黃禮棟
種原組：溫英杰（主審）
農經組：張采蘋（主審）
花卉中心：謝廷芳（主審）
嘉義分所：楊宏仁（主審）
鳳山分所：陳甘澍（主審）

另聘請各大學院校及研究機關相關學者專家擔任審查委員

Vol. 60, No. 4 December, 2011

JOURNAL OF TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH

(Formerly Journal of Agricultural Research of China)

PUBLISHER: Chen, Junne-Jih

EDITOR IN CHIEF: Fang, Shan-Jen

EDITORS:

Chen, Ying-You Wu, Yi-Yan

EDITORIAL BOARD:

Ann, Pao-Jen (Plant Pathology)
Chen, Kan-Shu (Tropical Horticulture)
Hsieh, Ting-Feng (Floriculture)
Lin, Mu-Lien (Agriculture Engineering)
Wen, Ien-Chie (Crop Genetic Resources)
Yang, Hong-Ren (Subtropical Agriculture)
Chang, Tsai-Ping (Agriculture Economics)
Guo, Horng-Yuh (Agriculture Chemistry)
Kao, Ching-Hua (Applied Zoology)
Ou, Shyi-Kuan (Crop Science)
Wu, Min-Tze (Biotechnology)

EDITORIAL ADVISORY BOARD:

Chen, Chien-Chung
Chien, Shiuah-Yuh
Deng, Ting-Chin
Huang, Chao-Chia
Huang, Li-Duhng
Liu, Tsang-Sen
Shih, Jau-Chang
Yang, Chwen-Ming

Reviewers of the related fields are also invited from universities and other research organizations.

誌謝

本學術期刊刊載農業研究成果報告，無論篇幅與內容上，均有明顯之成長與進步，深受國內外農業界支持。謹此，對今年參與本刊稿件評審工作的諸位評審委員（如下列；依姓名筆劃順序），表示誠摯之謝意與感激！

王慶裕	申　雍	石正人
吳思敬	宋　妤	李文權
李國譚	李敏雄	杜宜殷
沈榮壽	林俊隆	林順福
金石文	侯金日	唐立正
張孟基	張念台	張哲嘉
張雅君	許圳塗	許愛娜
郭章信	陳宗禮	陳建忠
陳秋男	陳凱儀	陳麗筠
陸大榮	曾耀銘	游若篍
黃文理	黃紹毅	黃榮南
黃鴻章	楊大吉	楊秀珠
詹富智	鄔宏潘	廖松淵
劉瑞芬	蔣永正	鄭清渙
鄧永興	賴朝明	鍾仁賜
鍾文鑫	鍾美珠	鍾嘉綾
羅正宗	羅筱鳳	譚鎮中

台灣農業研究第六十卷第四期

出 版 者：行政院農業委員會農業試驗所

發 行 人：陳駿季

總 編 輯：方尚仁

地　　址：41362台中市霧峰區萬豐里中正路189號

網　　址：http://www.tari.gov.tw

電　　話：(04)23302301

出版日期：中華民國一〇〇年十二月三十一日

定　　價：新臺幣一七五元

展售門市：

1. 國家書店 / 104 臺北市松江路209號1樓　(02)25180207
   國家網路書店 http://www.govbooks.com.tw
2. 五南文化廣場 / 400 臺中市中山路6號　(04)22260330

承 印 者：學安文化事業有限公司

電　　話：(04)22861600

ISSN 0022-4847
GPN 2009500560

December, 2011

Journal of Taiwan Agricultural Research

(Formerly Journal of Agricultural Research of China)

Vol. 60, No. 4

Research Reports

Value-Added Assessment of the Business Firms at the Innovation and Incubation Center of Taiwan Agricultural Research Institute
Lit-Fu Chan, Shen-Chen Yang, and Miao-Chou Yen 239

Degree of Fruit Ripeness Affecting Infestation of Papaya by Two Species of Fruit Flies (Diptera: Tephritidae)
Yaw-Jen Dong, Chia-Wei Song, Yi-Yuan Chuang, Kuo-Szu Chiang, Wen-Jer Wu, Ling-Lan Cheng, and Chien-Chung Chen 253

Molecular Characterization of Introgression Lines from a Wild Rice, *Oryza officinalis*, with Resistance to Brown Planthopper
Charng-Pei Li, Shou-Horng Huang, Jen-Ren Chen, Tung-Hi Tseng, Ming-Hsing Lai, and Hsin-Mei Ku 263

Field Evaluation of Rice Varieties and Lines from Taiwan for Resistance to Leaf and Panicle Blasts caused by *Magnaporthe grisea* during 2003–2008
Dah-Jing Liao and Lung-Che Chen 279

Effects of Auxins and Ventilation on Growth and Multiplication of Plantlets of *Mesona procumbens* Hemsl.
Shu-Chin Lo and Hsin-Sheng Tsay 293

Using Cysts of Brine Shrimp, *Artemia franciscana*, as an Alternative Source of Food for *Orius strigicollis* (Poppius) (Hemiptera: Anthocoridae)
Chiu-Tung Lu, Yi-Chung Chiu, Meng-Yu Hsu, Chin-Ling Wang, and Feng-Chyi Lin 300

Effects of Drying Treatment and Cryopreservation on Seed Viability of *Phalaenopsis amabilis* and *Phalaenopsis aphrodite*
Eur-Hsuan Hsiang, Wei-Ting Tsai, Ting-Fang Hsieh, Toshikazu Matsumoto, and Takao Niino 309

Evaluation and Classification of Fruit Characteristics of Longan Cultivars in Taiwan
Jyi-Ren Shay, Wan-Ling Wang, Jer-Way Chang, and Jyh-Shyan Tsay 318

ISSN 0022-4847

9 770022 484003

Published by Taiwan Agricultural Research Institute,
Council of Agriculture Taichung, Taiwan, Republic of China

行政院新聞局出版事業登記證局版臺省誌字第二九八號 中華郵政中臺字第〇三〇九登記為雜誌交寄

GPN 2009500560
定價：新台幣一七五元